ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十六卷 第二期

目　次

白米直鏈澱粉含量與澱粉糊崩解黏度之
世代平均值法遺傳研究（英文）…………郭益全　偉伯比爾　史譚索詹姆士… 99
不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生
產量及品質的影響…………………………呂坤泉　葉茂生　楊金興　盧煌勝…116
不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生
莢果成熟度的影響…………………………呂坤泉　葉茂生　楊金興　盧煌勝…132
香菇新雜交品系「臺農一號」………………………………………………廖英明…142
太空包香菇環控立體多層栽培生產之研究……………賴建洲　周廷弘　梁連勝…158
蝴蝶蘭花朵寒害後不同部位之老化、乙烯
生成及電解質滲漏……………………………………黃肇家　潘美慧　王自存…167
有機質肥料之主成分含量及其變異……………………………李艷琪　連　深…181
氣霧式叢枝內生菌根種源生產技術
之研究……………………………吳繼光　林素禎　張秀月　邱春華　林淑媛…190

中華民國八十六年六月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 46(2) : 99～115 (1997)

46-2-1

Genetic Studies on Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity of Milled Rice by Means of Generation Mean Analysis[1]

Yih-Chuan Kuo[2], Bill D. Webb[3] and James W. Stansel[4]

Abstract : Amylose content and amylographic breakdown viscosity are important parameters for predicting eating and processing quality of rice. A total of 6 populations, P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1 and BC_2, derived from two rice cultivars Guichow and Lemont, were used as experimental materials to elucidate the genetic information about the two endosperm characteristics. Genetic mechanism of two studied endosperm characteristics deduced from generation mean analysis were different. An additive-dominance genetic model was perfectly adequate to describe the amylose content data set, and inadequate to the data set of amylographic breakdown viscosity. Conclusion inferred suggested that amylose content of milled rice was mainly controlled by additive gene effect although dominant gene effect was also involved. Furthermore, the gene producing high amylose content was dominant. On the other hand. additive, dominant and additive×dominant interaction were involved to differentiate the level of amylographic breakdown viscosity among materials studied and additive and dominant gene effects were more or less equal. It was also found that low amylographic breakdown viscosity was dominant. A genetic hypothesis deduced from the distribution observation and Chi-square test indicated that a segregation ratio resulting from one single incompletely dominance gene in controlling amylose content was confirmed, and, however, was not confirmed in differentiating amylographic breakdown viscosity.

Key words : Amylose content, Amylographic breakdown viscosity, Milled rice, Generation mean.

INTRODUCTION

Webb and Stermer[47] surveyed some of the most important physico-chemical properties in rice, and concluded that the starch components of milled rice, particularly the

1. Contribution No.1893 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Research Chemist, National Rice Quality Lab., USDA. ARS., Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center, Beaumont, Texas, U. S. A.
4. Resident Director and Professor, Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center, Beaumont, Texas, U. S. A.

amylose content or amylose: amylopection ratio, its temperature of gelatinization, and its pasting characteristics, were largely responsible for the major differences in rice cooking and processing behavior. It is well recognized that among those components, amylose content of milled rice, a chemical property of rice grains, is one of the most important attributes for predicting the cooking, eating and processing characteristics(16,31,47,48). Basically, cultivars with a low a amylose content cook moist, sticky, and tender. Cultivars with a high amylose content cook dry, fluffy, and become hand upon cooling. Whereas, the ones with an intermediate amylose content cook tender, fluffy, and do not become hand upon cooling(14,15,43). On the other hand, the amylographic pasting characteristics of milled rice determined with the Brabender Visco/Amylograph, a physical property of rice strch showed appreciable differences among cultivars of known cooking and processing behaviors(47). Simply because cultivars with a relatively low a amylographic breakdown viscosity showed low loss of solids and little splitting and fraying of edges and ends in canning(47), scientists in the US. considered that amylographic viscosity measurements were particularly useful in evaluating cultivars for superior parboil-canning characteristics and quick-cooking properties(47). Rice scientists in Japan suggested that amylographic breakdown viscosity could be used as an index factor for palatability evaluation(37). Published results from Taiwan indicated that a highly significant correlation existed between amylographic breakdown viscosity and eating quality(26).

Since the regular amylographic test was time-consuming, Webb et al.(42) had proposed an abridged amylographic method, starting the run at 60°C, concluding it after 10 minutes of cooking at 90°C, and concentrating mainly on amylographic breakdown viscosity after 10 minutes cooking. However, because both regular and abridged amylographic tests were all based on 50g of ground rice samples, they were difficult to apply in the testing of early segregating populations such as F_2, backcoross F_1, and/or backcross F_2, based on the single plant basis. Thus, it was impossible to conduct a genetic studies on amylographic breakdown viscosity form these segregating generations using a single plant as an measurement unit. A new method derived form abridged amylographic test was developed by the authors at the Reginal Rice Quality Laboratory, USDA, in 1990. Since the new small-sample size modified abridged amylographic test requires only 10g of ground rice flour, genetic studies on amylographic breakdown viscosity, based on single plant basis, were then possible(19).

In this paper, the genetic studies on amylographic breakdown viscosity, using small-sample size modified abridged amylographic test, and amylose content, based on bulk sample basis, of milled rice, are presented.

MATERIALS AND METHODS

Two rice cultivars, Guichow and Lemont, with different amylose content and amylographic profiles, were used in this experiment. The required crosses were made. Thus, the P_1, P_2, F_1, F_2, B_1F_1, and B_2F_1 populations were transplanted and cultivated in a flooded paddy field of the Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center near Beaumont, Texas, in a randomized complete block design with two replications. Each block

contained one plot of P_1, P_2, and F_1, two plots of B_1F_1 and B_2F_1,and seven plots of F_2 plants. Each three-row plot included 30 plants spaced at 30×30cm. Each plant was harvested and processed individually.

Amylographic breakdown viscosity was determined by the new small-Sample size abridged amylograph test innovated by the authors at the Regional Rice Quality Laboratory, USDA, in 1991, an unpublished method. Basically, the new amylographic test described here was derived form the abridged amylographic test innovated by Webb et al.[42]. The procedures are briefly outlined as follows. First, the 700 cm/g sensitivity cartridge used in regular test is replaced by a 250cm/g cartridge. Then, 10g of the ground milled rice sample is blended with 80ml distilled water in a 250ml flask. After blending, (by means of shaking by hand), the rice-water slurry is rapidly transferred into a small Amylo/Visco/Graph bowl (manufactured by C. W. Bradender Instruments Inc. for the rapid amylogram test) and transfer is completely quantitatively with an additional 20ml of distilled water. The final concentration of the slurry in the amylograph cup is 10g of ground milled rice flour in 100ml distilled water, i. e., 10% concentration. In contrast, the traditional amylographic test uses 50g of ground rice flour in 450ml distilled water, i. e., 11.1% concentration. The run is started at 65°C and concluded after 10 minutes of cooking at 95°C. Thus, three basic viscosity measurements, amylographic peak, hot-paste, and cool-paste viscosity and a derivative viscosity, amylographic breakdown viscosity are figured out. A small-sample size abridged amylographic profile for Lemont and Guichow is plotted in Fig. 1.

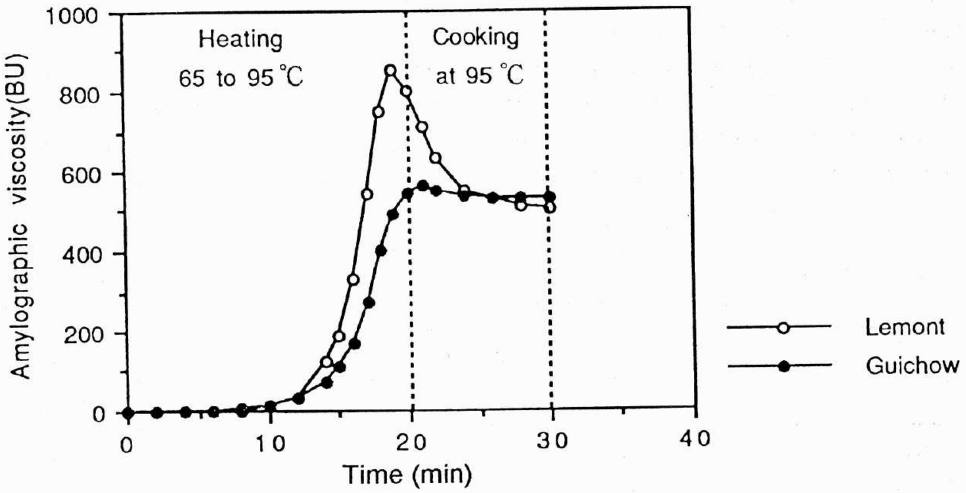


Fig. 1. A small-sample size abridged amylographic profile of Lemont and Guichow rice.

Amylose content of milled rice was analyzed by a totally automated system of amylose analysis in white milled rice innovated by Webb[38]. The procedures are outlined as follows. First, 60mg ground rice sample (passed through 100-mesh sieve, i. e., Udy brass screen

mesh) is transferred quantitatively into sample test tube and 1ml ethanol is added to wet the sample. The sample then is added 6ml 1N NaOH and keeps overnight at room temperature. After bringing the sample up to exactly 60ml volume with 54ml deionized distilled water, the sample is shaken thoroughly with a Vortex shaker. Then, the sample is kept overnight at room temperature again. The sample is shaken thoroughly before starting a run with a Technicon Auto Analyzer (Technicon Instruments Corp., Tarrytown, NY).

The data were analyzed and interpreted on the basis of the biometrical techniques developed by Mather and Jinks[27]. The analysis involoved a test of the additive-dominance effect and six-parameter digenic epistasis model. The estimates of the six parameters are: midparent value (m); additive (d); dominance (h); additive×additive (i); additive×dominance (j); and×dominance×dominance (l) gene effects.

RESULTS

As mentioned previously, amylographic breakdown viscosity, as an endosperm characteristic, is impossible to measure on a single seed basis. All seeds on a plant, then, must be taken as a measurement unit[29]. However, in order to compare and contrast easily, data on amylose content in this study were also analyzed on bulk sample basis although single grain amylose content determination had been developed[38] and some papers had discussed in amylose content genetic model for rice[32,33]. Thus, the limitations and flaws of bulk sample analysis influencing reasonable genetic hypothesis inferred, that were mentioned in author's previous papers[22,23,24,25], existed in this data and should be kept in mind.

Generation Means

Means of amylographic breakdown viscosity and amylose content of milled rice for these six generations and their standard errors of the means were presented in Table 1. It clearly indicated that Lemont had a high amylographic breakdown viscosity and an intermediate amylose content, on the other hand, Guichow showed a relatively low amylographic breakdown viscosity and a high amylose content. Therefore, there was a difference in amylographic breakdown viscosity of about 300 BU between the parents and a difference in amylose content of about 5%.

Table 1. Generation means and the standard errors of the means for amylose content and amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

Generation	Amylose content(%)		Amylographic breakdown viscosity (BU[z])	
	Mean	Standard error	Mean	Standard error
Guichow(20)[y]	26.7	0.0894	32	3.21
Lemont(20)	21.4	0.1323	330	7.45
F_1(Guichow/Lemont)(20)	25.0	0.0707	107	2.82
F_2(300)	24.4	0.1065	133	5.73
F_1/Guichow(120)	26.0	0.0957	74	6.84
F_1/Lemont(120)	23.3	0.1497	187	5.73

[z] Brabender Units.
[y] Number in each parenthesis indicates the number of plant used for test in each generation.

In the F_1 (Guchow/Lemont), both endosperm characteristics studied were generally intermediate between the two parental means. The mean amylographic breakdown viscosity of the F_1 (20 plants), 107 BU, was about 74 BU lower than that of the mid-parent (181 BU), toward the low amylographic breakdown viscosity parent. On the other hand, the mean amylose content of the F_1, 25%, was about 1% higher than that of the mid-parent (24.1%), toward the high amylose content parent.

Means of two endosperm characteristic from the F_2 plants also lay between the two parental means. The mean amylographic breakdown viscosity of the F_2 (300 plants), 133 BU, showed about 48 BU lower than that of the midparent value (181 BU), toward the low amylographic breakdown viscosity parent. The mean amylose content of the F_2, 24.4%, was approximately equal to that of the midparent (24.1%).

The endosperm characteristics studied of backcross F_1/Guichow were almost intermediate between the two parental means, i. e., Guichow and F_1. The mean amylographic breakdown viscosity of backcross F_1/Guichow, 74 BU, was nearly equal to that of (Guichow $+F_1)/2=(32$ BU$+107$ BU$)/2=70$ BU. Average amylose content of backcross F_1/Guichow was 26% approximately equal to that of (Guichow$+F_1)/2=(26.7\%+25.0\%)/2=25.9\%$.

The characteristics studied of backcross F_1/Lemont lay somewhere between the two parents, Lemont and F_1. The mean amylose content of backcross F_1/Lemont was 23.3% almost equal to that of its midparent, Lemont and F_1, i. e. (Lemont$+F_1)/2=(21.4\%+25\%)/2=23.2\%$. However, average amylographic breakdown viscosity of backcross F_1/Lemont was 187 BU, which was certainly lower than that of its midparent, i. e., (Lemont$+F_1)/2=$ (330BU$+107$ BU$)/2=219$ BU.

From these results mentioned adove, it suggested that different genetic systems were involved in the control of these endosperm characteristics studied. The details will be further discussed in following sections.

The Scaling Test Adequate to the Additive-Dominance Model

As described by Mather and Jinks[27], if generation means depend only on the additive -dominance effects of genes, i. e., there are no interactions between non-allelic genes and no other disturbing factors such as differential viability, differential fertility or other unknown factors, then, it is clearly possible to find simple relationships between the expected values of different generations. For example, the F_2 generation mean under these condition is expected to deviate form the midparent value by half the amount that the F_1 generation mean deviates from the midparent values, the backcross generation mean is expected to deviate from the recurrent parent value by half the amount that the F_1 generation mean deviates from the recurrent parent value, etc. Thus, we can test these predicted relationships between generation means and the expectation that they depend only on the additive -dominance effects of genes. The scaling test mentioned by Mather and Jinks[27], is used in this paper. The quantities, A, B, and C and their standard errors calculated by following the formulae of Mather and Jinks presented in Biometrical Genetics[27] were enumerated in Table 2.

Table 2. The ABC scaling test for amylose content and amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

	Amylose content		Amylographic breakdown viscosity	
	Value	Standard error of the value	Value	Standard error of the value
A	0.3	0.22	−63.0**	18.99
B	0.2	0.34	9.0	14.33
C	−0.5	0.58	−44.0	24.95

** Significant at the 0.01 probability level.

The parameters A, B, and C will each equal zero within the limits of sampling error if the additive-dominance model without the complication of gene interaction is adequate, according to Mather and Jinks[27]. In the present study, the data on amylographic breakdown viscosity, as presented in Table 2, showed a highly significant value for parameter A. However, values of parameters B and C were not significant. On the other hand, all parameters for amylose content were not significant. These indicated that the additive-dominance model was perfectly adequate to describe the amylose content of milled rice in this set of data, and, on the other hand, it was inadequate for the set of data on amylographic breakdown viscosity of milled rice flour.

The Joint Scaling Test

A procedure known as the joint scaling test was further followed to estimate the parameters, m, [d] , and [h] from the various generation means followed by a comparison of the observed generation means with the expected values derived from estimates of the three parameters.

Tables 3, 4, and 5 presented three pieces of important information about the joint scaling test for these two endosperm characteristics. A brief explanation about the data was given as the follows. The weights in Tables 3 and 4 are the reciprocals of the squared standard errors of the means which have been enumerated in Table 1. For example, the weight, 125.12, for Guichow, as shown in Table 3, was caluclated from $125.12=1/(0.0894)^2$. The expected generation mean for Guichow (Table 3) was $26.8=1\times(24.1)+1\times(2.7)+0\times(1)$, where the numbers in each parenthesis are the values of m, [d] , and [h] that were enumerataed in Table 5, respectively, and the coefficients are obtained from Table 3. The Chi-square(X^2) value for amylographic breakdown viscosity, as shown in Table 5, was 13.186 $=(330-318)^2\times0.0180+ (187-212)^2\times0.0135+\cdots\cdots+(32-32)^2\times0.0969$, where all coefficients were presented in Table 4, and in each parenthesis the first one is the observed generation mean and the second one is the expected generation mean.

Table 3. The joint scaling test for amylose content in the Guichow/Lemont crosses.

Generation	Weight	m	[d]	[h]		Observed generation mean	Expected generation mean
Guichow	125.12	1	1	0	=	26.7	26.8
F_1/Guichow	108.70	1	0.5	0.5	=	26.0	26.0
F_1(Guichow/Lemont)	200.06	1	0	1	=	25.0	25.1
F_2	88.50	1	0	0.5	=	24.4	24.6
F_1/Lemont	44.64	1	-0.5	0.5	=	23.3	23.3
Lemont	57.14	1	-1	0	=	24.1	21.4

Table 4. The joint scaling test for amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

Generation	Weight	m	[d]	[h]		Observed generation mean	Expected generation mean
Lemont	0.0180	1	1	0	=	330	318
F_1/Lemont	0.0135	1	0.5	0.5	=	187	212
F_1(Guichow/Lemont)	0.1258	1	0	1	=	107	106
F_2	0.0305	1	0	0.5	=	133	140
F_1/Guichow	0.0214	1	-0.5	0.5	=	74	69
Guichow	0.0969	1	-1	0	=	32	32

Table 5. The results of the joint scaling test for amylose content and amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

	Amylose content		Amylographic breakdown viscosity	
	Value	Standard error of the value	Value	Standard error of the value
m(mp)	24.1**	0.007	175**	3.61
[d] (add.)	2.7**	0.007	143**	3.69
[h] (dom.)	1.0**	0.110	-69**	4.79
X^2_3	6.790		13.185	
p	0.10-0.50		0.005-0.001	

** Significant at the 0.01 probability level.

The outcome of these analyses, as shown in Table 5, were completely consistent with the A, B, and C scaling test (Table 2) showing that the additive-dominance model was adequate to describe the data on amylose content, but was inadequate to describe the data on amylographic breakdown viscosity. Thus, the estimates of m, [d] , and [h] for amylographic breakdown viscosity would be biased to an unknown extent by the effects not attributable to the additive-dominance action of the genes.

For these two endosperm characteristics, the estimates of [d] and [h] were significantly different from zero. Both [d] and [h] for amylose content of milled rice were all positive and the value of [d], however, was almost three times as large as [h]. This indicated that the inheritance was mainly controlled by additive genes although dominant genes were also present. Furthermore the gene producing high amylose content were dominant. However, since the additive-dominance model was inadequate to describe the data on amylographic breakdown viscosity, a description of its genetic system could not be given here.

The Six-Parameter Digenic Epistasis Model

The presence of non-allelic interaction for amylographic breakdown viscosity was deduced from the failure to observe the expected relationships between generation means that were required to fit an additive-dominance model by either the individual scaling test (Table 2) or the joint scaling test (Table 5). Therefore a six-parameter digenic epistasis model, thus, was further used to detect the three types of epistatic gene effects. The estimates of the six parameters and their standard errors for both endosperm characteristics in the crosses were given in Table 6.

Table 6. Estimates of the additive, dominance and interaction parameters for amylose content and amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

	Amylose content		Amylographic breakdown viscosity	
	Value	Standard error of the value	Value	Standard error of the value
m(mp)	23.1**	0.60	191.0**	32.02
[d] (add.)	2.7**	0.08	149.0**	16.46
[h] (dom.)	3.5**	1.30	-148.0**	48.17
[i] (add. X add.)	1.0	.038	−10.0	31.76
[i] (add. x dom.)	0.1	0.86	−72.0**	23.46
[l] (dom. x dom.)	-1.5	0.86	64.0	50.59

** Significant at the 0.01 probability level.

The estimates of the interaction parameters for amylose content of milled rice were not significantly different form zero. Therefore, no evidence of nonallelic interactions was observed for this characteristic. These results agreed with the finding obtained from the individual and joint scaling test. However, as shown in Table 6, the values of [d] and [h] were more or less equal which are different from the data presented in Table 5, in which the value of [d] was almost three times as large as [h].

For amylographic breakdown viscosity, the non-allelic interaction parameter [j] was significantly different from zero. Therefore, an additive x dominance gene interaction effect was present. This indicated that an additive-dominance model with non-allelic gene interaction was adequate to describe the genetic system for amylographic breakdown viscosity, which was in complete agreement with the individual and joint scaling test (Tables 2 and 5).

A genetic mechanism for amylographic breakdown viscosity of milled rice by means of analysis of generation means from mating Guichow with Lemont could be explained as follows. As shown in Table 6, the estimates of [d] and [h] were significantly different from zero, [h] was negative, and the values of [d] and [h] were more or less equal, indicating that dominance was definitely present and the gene producing low amylographic breakdown viscosity was dominant (Table 6). Furthermore, the failure of the fit with an additive-dominance model without the complication of gene interaction was mainly due to the existence of an additive x dominance gene effect [j] .

Genetic Information about Amylose Content Deduced from the Frequency Distributions

The frequency distributions of amylose content for these six populations were plotted in Fig. 2. The patterns of these distributions showed a good fit to the genetic hypothesis of a single incompletely dominance gene conditioning high amylose content. The procedures leading to this deduction were presented as ofllows. The dividing point between high and intermediate amylose level was establisthe at 23% for these populations. For the F_2 population, 63 plants falling into an intermediate amylose content group and 237 plants having high amylose content, indicated a satisfactory fit to a 3 high: 1 intermediate segregation ratio ($X^2=2.56$, $P<0.05$). In the F_1/Guichow population, all the plants fell into the high amylose class, indicating an excellent fit to the genetic hypothesis. In the F_1/Lemont population, the data showed 70 high: 50 intermediate segregation ratio, which gives a good fit to a 1 high:1 intermediate segregation ratio ($X^2=3.33<X^2_{0.05,1}=4.841$).

Genetic Information about Amylographic Breakdown Viscosity Deduced from the Frequency Distributions

The frequency distributions of these six populations for amylographic breakdown viscosity were plotted in Fig. 3. Among these, contrast to amylose content, as shown in Fig. 2, the parents and their hybrid (F_1) showed continuous and unimodal curves. The patterns of these distributions appeared to be near normal, as shown in Fig. 3. However, the patterns of the remaining populations were also continuous but appeared to be multiple-modal.

In general, the frequency distribution of the F_2 population was intermediate between the two parents although transgressive segregation for low amylographic breakdown viscosity was also observed. The frequency distribution of F_1/Guichow population, however, tended toward the relatively low amylographic breakdown viscosity parent, recurrent parent Guichow. On the other hand, the frequency distribution of the F_1/Lemont population showed slightly toward the high amylographic breakdown viscosity parent, recurrent parent Lemont. These indicated an interesting phenomenon. That is, the pollen-parent effect on the shift of the distribution pattern was dramatic.

The segregation in the F_2 population did not show a bimodal distribution. Instead, a multiple-modal curve was observed. However, when 185 BU was used as the divider between low and high amylographic breakdown viscosity, 214 plants fell into a relatively low amylo -

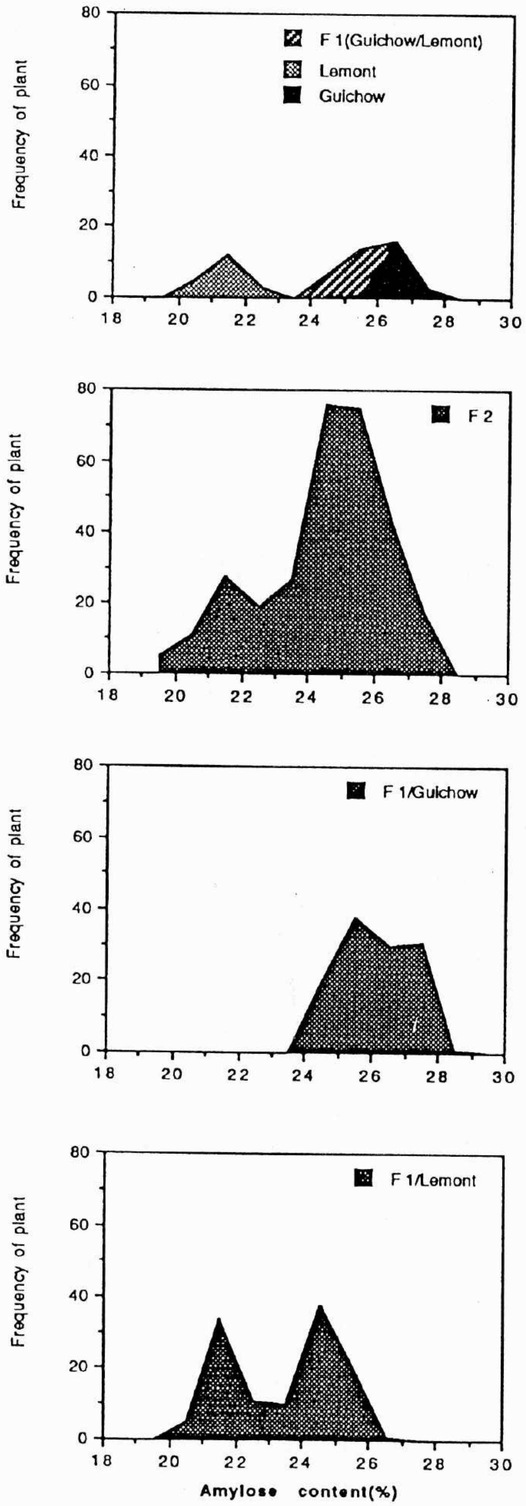


Fig. 2. Frequency distributions of amylose content in the Guichow/Lemont crosses.

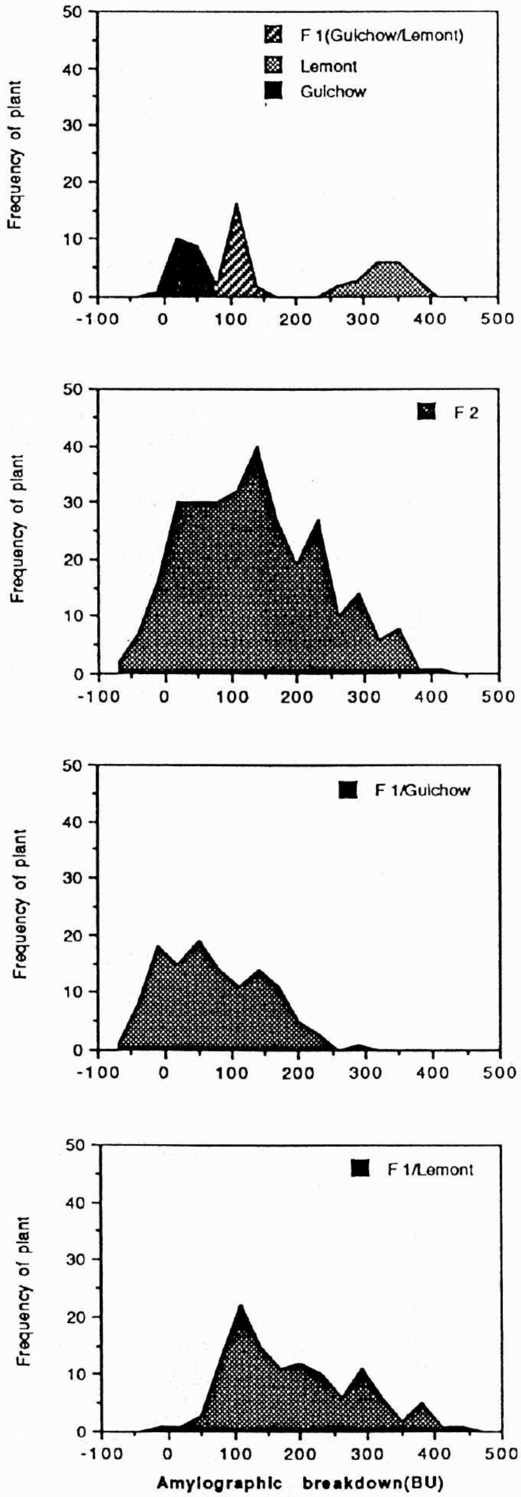


Fig. 3. Frequency distributions of amylographic breakdown viscosity in the Guichow/Lemont crosses.

graphic breakdown viscosity class and 86 plants had a high amylographic breakdown viscosity. This figure showed an approximately 3 low: 1 high segregation ratio for this F_2 population. The genetic hypothesis of a single incompletely dominance gene conditioning low amylographic breakdown viscosity was tested. The Chi-square value ($X^2=1.99$, $P<0.05$) indicated a good fit to a 3 low: 1 high segregation ratio.

Following this genetic hypothesis, the F_1/Lemont population showed 66 low:54 high segregation ratio, indicating a very good fit ($X^2=1.2$, $P<0.05$).But, the genetic hypothesis of a single incompletely dominant gene conditioning low amylographic breakdown viscosity did not hold in the F_1/Guichow population. That is, in the present case, a segregation ratio of 111 low : 9 high was observed which did not fit a 120 low:0 high ratio.

Thus, genetic information about amylose content derived from these six populations produced by mating Guichow with Lemont was different from that found for amylographic breakdown viscosity. This suggests that genetic mechanism conditioning amylose content and amylographic breakdown viscosity might not be the same.

DISCUSSION

The amylose content of the grains of a rice plant can be seen as the result of interaction between environmental factors and genetic properties[10]. Among the different environmental factors affecting amylose content, the temperature during grain ripening is the dominant factor, followed by nitrogen fertilization and the degree of milling. Cooler environmental temperature increases amylose content[1,2,3,30,36]. Amylose content of rice decreased slightly with increasing nitrogen fertilization but was not affected by the stage at which nitrogen was applied[30]. Amylose content also increased with an increasing in the degree of milling. There is some variation between individual rice plants, between panicles within a plant[30],and between kernels within a panicle[44]. Since variation in amylose content between plants was much less (2%) than than between panicles within plants (3 to 7%), the use of bulk samples for amylose content determination has been recommended[30]. Hence, uniform and standard techniques for the determination of amylose content of rice are desirable[10].

Up to now, the traditional method used in most genetic studies on amylose content in rice was based on bulk seed analysis of genetically heterozygous plants. For example, F_1 and F_2 plant values are represented by bulk F_2 and F_3 endosperm populations, respectively. Kumar and Khush[18] argued that analysis of the bulk seed samples of genetically heterozygous plants provided biased information on the inheritance of amylose content. However, data on amylose content obtained using single-grain analysis were undoubtedly confounded by the variation between grains within a panicle and between panicles within a plant as well as by differences in genetic properties[22,23,24,25]. Most of the published reports, based on bulk seed analysis, indicated that high amylose content is incompletely dominant to low content and is controlled by one major gene and several modifiers[4,7,8,28,35]. The role of two complementary genes was indicated in some studies[12,28,36]. The genetic system deduced from the observation of the distributions of amylose content in F_2 populations indicated typical quanitiative inheritance[4,20]. Both additive and dominant effects are impor

tant[17,21,34] and additive effects are significantly larger than dominant effects in affecting amylose content[21], a conclusion from a diallel andlysis. Transgressive segregation for amylose content is indicated in some studies[4,9,28,35], but not observes in another study[7,36]. The role of dosage effects might or might not exist, depending on materials used[13,18]. If intermediate amylose content is desired, one or both parents should be intermediate[14]. In contrast, Kumar and Khush[18], using single-grain analysis, found that the genes for high amylose content are completely dominant over those for low or intermediate amylose content and is controlled by a single major gene and modifiers. In present study, genetic information about amylose content derived from these six populations produced by mating Guichow with Lemont is simliar to most of published reports and different from the data of Kumar and Khush[18]. That is, our data suggested that the genes for high amylose content are incompletely dominant over intermediate amylose content and is controlled by a single major gene. This might be partly from a sample determination basis, i.e., bulk seed versus single -grain, and partly from materials having different genetic background mentioned above.

The most important physical property of starch is its ability to swell and produce a viscous paste when heated in water. The amylographic viscosity measurements, a physical index of rice starch, vary according to the sources of starches[11]. Amylographic paste viscosity characteristics of the typical U. S. long-grain cultivars usually show an intermediate peak viscosity, relatively high breakdown viscosity, and a slightly positive setback viscosity. In contrast, amylograms of the typical U. S. medium-and short-grain cultivars usually show a comparatively low cooled-paste viscosity[39,41,43,45]. A superior cooking and processing U. S. long-grain type is characterized by an amylose content 2-4% higher than that of typical U. S. long-grain type and a much low amylographic breakdown viscosity, indicative of low loss of solids and little splitting and fraying of edges and ends in canning [5,6,40,43]. Scientists in Japan found that peak viscosity and breakdown values of rice flour tended to increase from the northeast to the southwest regions[37]. Amylographic peak viscosity of rice flour increased during storage at ambient temperature, but no peak viscosity increase was found in samples stored at low temperature[37]. That amylographic peak viscosity values were consistently lower for ratoon-crop samples was also observed in the United States[46]. Published results from Taiwan clearly and definitely indicated that highly signifficant correlation exists between amylographic viscosity measurements and eating quality[26].

Since amylographic breakdown viscosity was considered particularly useful in evaluating rice for canning quality and the run was time-consuming, an abridged amylographic method, performed with 50 g ground rice flour, starting temperature of 60°C, reducing the cooking time at 95°C to 10 minuts, and eliminating the cooking cycle phase of the curve, was suggested to meet the testing of a relatively large number of breeding lines[42]. However, up to now, genetic study on amylographic breakdown viscosity has not been conducted simply because the sample unit is difficult to meet. In this study, a small-sample size abridged amylographic profile was run, data of amylographic breakdown viscosity were figured out

and its genetic information was infferred. It was found that the genetic hypothesis inferred in the present paper was similar to the previous paper[24], that was deduced from a diallel graph analysis based on regular amylographic viscosity measurement, i. e. a sample size of 50 g ground rice flour.

In conclusion, compared with other plant quantitative characteristics such as plant height, panicle length, etc., a satisfactory quantitative genetic model and grain composition determining technique based on single-grain basis for endosperm characteristics have not yet been developed although much attention has recently been devoted to the grain quality. The lack of proper genetic model and composition determining technique baaed on single -grain basis have been an obstacle in studying the inheritance of endosperm characteristics [29]. Therefore, establishing a quantitative genetic model and innovating the composition determining technique for endosperm characteristics will be of benefit to breeding programs in cereal crops of which high grain quality is a priority.

REFERENCES

1. Asaoka, M. K., K. Okuno, and H. Fuwa. 1985a. Effect of environmental temperature at the milk stage on amylose contert and fine structure of amylopectin of waxy and nonvaxy endosperm starch of rice. Agric. Biol. Chem. 49:373-379.
2. Asaoka, M. K., K. Okuno, Y. Sugimoto, and H. Fuwa. 1985b. Developmental change in the structure of endosperm starch of rice. Agric. Biol. Chem. 49: 1973-1978.
3. Asaoka, M. K., K. Okuno, Y. Sugimoto, J. Kawakami, and H. Fuwa, 1984. Effect of environmental temperature during development of rice plants on some properties of endosperm starch. Starch/ Starke 36:189-193.
4. Bollich C. N., and B. D. Webb. 1972. Inheritance of amylose in two hybrid populations of rice. Cereal Chem. 50:631-636.
5. Bollich, C. N., B. D. Webb, M. A. Marchetti, and J. E. Scott. 1980. Registration of Newrex rice. Crop Sci. 20:285-286.
6. Bollich, C. N., B. D. Webb, and J. E. Scott. 1979. Rice breeding in the Southern United States. In: Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogens in Agriculture Plants (M. K. Harris ed.). pp. 303-323. Texas Agric. Exp. Stn., College Station, TX.
7. Chang, T. T., and C. C. Li. 1980 Genetic and breeding. In:Rice: Production and Utilization (B. S. Luh ed.).pp. 87-146. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT.
8. Chang, T. T., and B. Somrith. 1979. Genetic studies on the grain quality of rice. In:Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. pp. 49-58. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
9. Chang, W.L., and W. Y. Li. 1981. Inheritance of amylose content and gel consistency in rice. Bot. Bull. Acad. Sinica 23:35-47.
10. Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on protein and amylose content of rice. In: Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. pp. 59-68. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.
11. Harry, W. L., 1965. Gelatinization of starch. In:Starch:Chemistry and Technology (R. L. Whistler and E. F. Paschall ed.). pp. 289-407. Academic Press. NY.
12. Heda, G. D., and G. M. Reddy. 1986. Studies on the inheritance of amylose content and gelatinization temperature in rice. Genet Agric. 40:1-8.

13. IRRI 1976. Annual report for 1975. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

14. Jenning, P. R., W. R. Coffman, and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. In: Rice Improvement. pp. 101-120. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

15. Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. In:Rice Breeding. pp. 389-405. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

16. Juliano, B. O., L. U. Onate, and A. M. del Mundo. 1965. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Food Technol. 19: 1006-1011.

17. Kaw, R. M., and N. M. De La Cruz. 1990. Genetic analysis of amylose content, gelatinization temperature and gel consistency in rice. J. Genet. & Breeding 44:103-112.

18. Kumar, I., and G. S. Khush. 1987. Genetic analysis of different amylose levels in rice. Crop Sci. 27:1167-1172.

19. Kuo, Y. C. 1992. Genetic analyses of eating and processing quality parameters in rice (Oryza sativa L.). Ph. D. Diss. Texas A&M Univ., TX, 163 pp.

20. Kuo, Y. C., and S. C. Hsieh. 1983. Improvement of grain quality in rice. II. Genetic studies on gel consistency and amylose content. [in Chinese, English summary] . J. Agric. Res. China 32:14-22.

21. Kuo, Y. C., C. Lu, T. T. Chang, and S. C. Hsieh. 1985. Inheritance of quality and grain characteristics in indica rice. [in Chinese, English summary] . J. Agric. Res. China 34:243-257.

22. Kuo, Y. C. B. D Webb and J. W. James. 1995. Heterosis and combining ability of amylose content and amylographic breakdown viscosity in milled rice. J. Agric. Res. China 44:391-402.

23. Kuo, Y. C. B. D Webb and J. W. James. 1996a. Genetic study on milled rice amylose content by means of single-grain amylose analysis. J. Agric. Res China 45:1-14.

24. Kuo, Y. C. B. D Webb and J. W. James. 1996b. Genetic analysis of amylographic viscosity measurements of milled rice by means of diallel graph. J. Agric. Res. China 45:319-335.

25. Kuo, Y. C. B. D Webb and J. W. James. 1997. Griffing and Hayman analyses of variance for eating and processing quality parameters of milled rice. J. Agric. Res. China 46:15—31.

26. Lii, C. Y., S. M. Chang, and H. L. Yang. 1986. Correlation between the physice-chemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem. Acad. Sinica. 33:55-62.

27. Mather, K., and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, USA, 282 pp.

28. McKenzie, K. S., and J. N. Rutger. 1983. Genetic analysis of amylose content, alkali spreading score, and grain dimensions in rice. Crop Sci. 23:306-313.

29. Mo, H. D. 1988. Genetic expression for endosperm traits. In:Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics (B. S. Weir, E. J. Eisen, M. M. Goodman, and G. Namkoong eds.). pp. 478-487. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, MA.

30. Paule, C. M. 1977. Variability in amylose content of rice. MS. thesis, Univ. Philippines, Los Banos, Philippines, 82 pp.

31. Perez, C. M., and B. O. Juliano. 1979. Indicatiors of eating quality of non-waxy rice. Food Chem. 4:185-195.

32. Pooni, H. S., I Kumar, G. S. Khush. 1991. A comprehensive model for disomically inherited metrical traits expressed in triploid tissues. Heredity 69:166-174.

33. Pooni, H. S., I Kumar, G. S. Khush. 1992. Genetical control of amylose content in selected crosses of indica rice. Heredity 70:269-280.

34. Sign, N. B., and H. G. Sign. 1982. Gene action for quality components in rice. Indian J. Agric. Sci. 52: 485-488.

35. Somrith, B., T. T. Chang, and B. R. Jackson. 1979. Genetic analysis of traits related to grain characteristics and quality in two crosses of rice. IRRI Res. Paper Ser. No:35. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

36. Stansel, J. W. 1965. The influence of heredity and environment on endosperm characteristics of rice. Ph. D. Diss. Purdue Univ., In, 125 pp.

37. Suzuki, H. 1979. Amylography and alkali viscography of rice. In: Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quaility. pp. 261-282. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

38. Webb, B. D. 1972. A totally automated procedure for amylose analysis in whole kernel milled rice. In: Proc. 14th Rice Tech. Working Groups. pp. 62-63. Univ. of Calif. Davis. CA.

39. Webb, B. D. 1975. Cooking, processing, and milling qualities of rice. In: Six Decades of Rice Research in Texas. pp. 97-106. Texas Agric. Exp. Stn. College Station, TX.

40. Webb, B. D. 1980. Rice quality and grades. In: Rice: Production and Utilization (B. S. Luh ed.). pp. 543-5665. AVI Publ, Co., Inc., Westport, CT.

41. Webb, B. D. 1985. Criteria of rice quality in the United States. In: Rice: Chemistry and Technology. 2nd ed.(B. O. Juliano ed.). pp. 403.442. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul., MN.

42. Webb, B. D., H. M. Beachell, and J. V. Halick. 1963. Use of the amylograph test in evaluating breeding selections and new varieties of rice for specific uses. Cereal Sci. Taday 8:136.

43. Webb, B. D., C. N. Bollich, H. L. Carnahan, K. A. Kuenzel, and S. M. McKenzie. 1985. Utilization characteristics and qualities of United States rice. In: Rice Grain Quality and Marketing. pp. 25-35. Int. Rice Rex. Inst., Los Banos, Philippines.

44. Webb, B. D., C. N. Bollich, B. R. Jackson, S. T. Tseng, and H. D. Peterson. 1990. Distribution and variation in quality characteristics among individual grains on single panicles of Lemont rice. In: Proc. 23rd Rice Tech. Working Group. pp. 79-80. Biloxi, MS.

45. Webb, B. D., C. N. Bollich, N. E. Jodon, T. H. Johnston, and D. H. Bowman. 1972. Evaluating the milling, cooking, and processing characteristics required of rice varieties in the United States. USDA, ARS-S-1, Washington, D. C.

46. Webb, B. D., C. N. Bollich, and J. E. Scott. 1975. Comparative quality characteristics of rice from first and ratoon crops. Texas Agric. Exp. Stn. Consolidated Progress Rep. 3315-3327.

47. Webb, B. D., and R. A. Stermer. 1972. Criteria of rice quality. In: Rice: Chemistry and Technology, 1st ed.(D. F. Houston ed.). pp. 102-139. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN.

48. Williams, V. R., W. T. Wu, H. Y. Tsai, and H. G. Bates. 1958. Varietal differences in amylose content of rice starch. J. Agric. Food Chem. 6: 47-48.

白米直鏈澱粉含量與澱粉糊崩解黏度之世代平均值法遺傳研究[1]

郭益全[2] 偉伯比爾[3] 史譚索詹姆士[4]

摘 要

直鏈澱粉含量及澱粉糊崩解黏度是稻米食用與加工品質判定的重要指標。本研究以 Guichow 及 Lemont 爲親本所建構成之 P_1、P_2、F_1、F_2、BC_1 及 BC_2 等六個族群爲材料，進行稻米直鏈澱粉含量及澱粉糊崩解黏度之遺傳研究。經由世代平均值之分析推得直鏈澱粉含量之遺傳符合累加性-顯性之遺傳機制，而澱粉糊崩解黏度則未符合累加性-顯性之遺傳機制。直鏈澱粉含量方面，在累加性及顯性等兩種基因效應中，是以累加性效應較強，而高直鏈澱粉含量是爲顯性。而澱粉糊崩解黏度除累加性及顯性等兩種基因效應外，尙發現有累加性×顯性交感存在，其中，累加性及顯性等兩種基因效應約相等，而低澱粉糊崩解黏度爲顯性。由各後裔族群各該性狀頻度分布之觀察與卡方測定之結果則指出：高直鏈澱粉含量由一對不完全顯性基因所控制；而澱粉糊崩解黏度則未能符合一對不完全顯性基因控制之遺傳假說。

關鍵詞：直鏈澱粉含量、澱粉糊崩解黏度、白米、世代平均值。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1893 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 美國農部國家稻米品質實驗室暨德州農工大學農業研究與推廣中心研究化學家。德州 玻瑪。
4. 美國德州農工大學農業研究與推廣中心駐場場長暨教授。德州 玻瑪。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 46(2)：116～131 (1997)

不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生產量及品質的影響[1]

呂坤泉[2] 葉茂生[3] 楊金興[4] 盧煌勝[4]

摘要：本試驗採用四個落花生基因型爲材料，包括 Spanish type 的臺南11號及臺農 6 號與 Virginia type 的立枝仔及 VB313，採二種株距 (10cm及30cm) ，於1995年春作及秋作種植於臺灣省農業試驗所之試驗農場，分六個收穫期取樣調查莢數、莢重、粒數、粒重、公頃莢果產量、公頃籽粒產量、油分及蛋白質含量等八個性狀，以探討不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生產量及品質之影響。試驗結果發現，調查的八個農藝性狀，在基因型間、栽培密度間及收穫期間均有明顯變異。臺南11號具有最高之莢果與籽粒數目，立枝仔及 VB313 在秋作之莢果、籽粒性狀表現甚差；油分含量在基因型間因期作及密度互有高低；Spanish type 之蛋白質含量顯著高於 Virginia type。單株莢數、莢重、粒數、粒重四個性狀均以疏植者多於密植者；但公頃莢果及籽粒產量，則以密植栽培較高。太早收穫之莢果籽粒產量及油分蛋白質含量均低。本試驗中，春作始花後108～115天，秋作始花後90～97天，可視爲收穫適期。

關鍵詞：落花生、基因型、栽培密度、收穫期。

前　　言

栽培種落花生 (*Arachis hypogaea* L.) 依生長習性可分爲 Virginia、Spanish 及 Valencia 三種植物型 (botanical type) ，各型間在植株、莢果、種子性狀上皆有明顯之不同，又由於落花生屬於無限生長型作物，開花期長，莢果成熟也很不一致，因此，基因型、栽培密度及收穫時期之改變，往往對莢果分布、籽粒產量及品質等，造成各不同程度的影響。

Knauft *et al.*[15]評估13個不同品種之成熟籽粒，發現某些品種 (如 F1037) 在不同地區及年份栽培，籽粒大小仍整齊一致；但某些品種 (如 F1011)於不同地區或年份栽培時，其籽粒 即有變化，而大粒種籽粒之整齊度變化較大。黃[4]評估30個落花生品種，在不同籽粒成熟度下，其單莢重、單粒重、油分含量均有顯著差異。Pattee *et al.*[20]指出，由於落花生之開花期甚長，籽粒大小及莢果成熟度與品種及栽培環境均有頗大之關係，故收穫時，莢果之成熟度差異很大，此時，飽滿莢果所佔之比率，乃決定產量之高低與籽粒之大小。

落花生單位面積產量，主要由單位面積株數來決定，所以適當的行株距，密植或疏植，就顯得十分重要[1,9,13]。Hauser and Buchanan[13]在20.3、40.6及81.2cm 三種行距下進行試驗，發現愈

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1894號。
2. 臺灣省政府農林廳技士。臺灣省　南投縣　中興新村。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。
4. 臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

密植者可提高14%以上之產量。Chin Choy *et al.*[9]調整行距於0.25、0.5、0.75及 1m 之間，得到 0.25m 可得最高產之結論。李及侯[1]在株距12、10及 8cm 三種密度中，亦發現不管大粒種或小粒種，春作單位面積莢果產量隨密度之提高而增加，秋作則反應不一致。

落花生太早收穫，容易造成不成熟種子多，莢數少，剝實率低，百粒重不足，蛋白質及油份含量少，影響商品價值；如果收穫太晚，則會導致過熟莢果的腐敗及掉落土中，且會有地中萌芽的情形，增加黃麴毒素（aflatoxins）污染的機會，造成莢果及品質低落[10]。有關不同收穫時期早晚對落花生莢果籽粒產量及內容成份之影響，許多學者已進行探討[4,5,8,11,16,17,19,20,22,23,24,25,27,28,29]。

落花生是臺灣重要雜糧作物之一，近年來生產技術及品種不斷改進，落花生之產量及品質已顯著提高，農民收益也增進不少。惟至目前爲止，對於落花生收穫適期之決定，主要憑農民自己的經驗，就莢果之外觀發育作爲指標。本試驗利用四個落花生基因型爲材料，探討不同基因型、栽培密度及收穫期對產量與品質的影響，以便提供一般栽培及育種上之參考。

材料與方法

一、材　　料

本試驗以臺南11號（Tainan 11）及臺農 6 號（Tainung 6）2 個 Spanish type 與 VB313 及立枝仔（Li-chu-tzae）2 個 Virginia type 落花生爲材料。

二、方　　法

㈠栽培方法

於1995年春作（2 月10日）及秋作（8 月24日）分別種植於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田。4 個基因型與 2 個株距（10cm 及 30cm）組合成 8 個處理作爲主區，採逢機完全區集設計，3 重複，並以收穫期爲副區，兩行作畦栽培，畦寬90cm，行長5.1m，每小區種 6 畦，田間生育管理，採用一般慣行方法。

㈡取樣調查

春作始花後80天，秋作始花後62天，開始每隔 7 天取樣 1 次，春作於 6 月19日、26日、7 月 3 日、10日、17日及24日各取樣 1 次；秋作於11月20日、27日、12月 4 日、11日、18日、25日各取樣 1 次，計各取樣 6 次，分別以 H1、H2、H3、H4、H5、H6爲代號。

每期作每次自各小區逢機取樣10株，由試驗田取得的樣品，經水洗後即取單株調查不同成熟度之莢果，單株莢果經烘箱烘乾後，調查不同成熟期之單株莢數、莢重、粒數、粒重、公頃莢果及籽粒產量、籽粒油分、蛋白質含量等。油分及蛋白質含量係將種子磨粉，再置於通風乾燥機中，以130±3°C烘乾 3 小時，取出置於玻璃乾燥器中，冷卻 1 小時，再經由 IA-360 型之 NIR 分析儀器（BRAN+LUBBE Co.,Germany）測定之。

落花生莢果、籽粒發育階段之分期標準，依 Pattee *et al.*（1974a）之方法爲之。由試驗實際調查結果，依上述分期方法，發現籽粒成熟等級自第 8 期（S8）以上之莢果才具經濟價值，故本試驗有關落花生之莢數、莢重、粒數、粒重、公頃莢果、籽粒產量、油分、蛋白質，均採用自第 8 期以上之莢果進行分析與比較。

三、統計分析

春、秋兩作之調查資料分別作綜合變方分析，再以最小顯著差異值（least significant difference, LSD），進一步作基因型、栽培密度及收穫期間之個別差異比較。

結　　果

八個性狀的調查資料經變方分析後，春作結果如表 1，在收穫期變因中，八個性狀均達顯著或極

顯著差異，處理變因中（粒重除外）及株距變因中（油分含量除外）多數性狀亦達顯著或極顯著差異；基因型變因中，僅油分及蛋白質含量達顯著差異；收穫期×處理及收穫期×基因型之交感效應，只有蛋白質含量達顯著；收穫期×株距之變因中莢數及粒數亦達顯著。

表 1. 春作落花生八個性狀之變方分析表

Table 1. ANOVA for eight agronomic traits of peanut grown in spring crop season.

SOV	DF	MS							
		Pod no.	Pod wt.	Seed no.	Seed wt.	Pod yield	Seed yield	Oil	Protein
Block	2	8.7	7.1	47.0	2.0	451527	294996	1.6	0.3
Treatment(T)	7	172.5**	334.1*	517.0**	167.4	41217083**	21590493**	4.5**	60.9**
Genotype(G)	(3)	105.3	75.4	423.6	78.9	816787	1293856	9.5**	139.9**
Density(D)	(1)	873.3**	1972.6**	2299.6**	893.3**	285047225**	146574202**	0.4	4.2*
GxD	(3)	6.2	46.5	16.2	14.0	340664	225894	0.8	0.8
E(a)	14	34.7	103.8	97.3	64.2	2196169	1361081	0.4	0.7
Harvest(H)	5	394.5**	1168.9**	904.6**	672.9**	19388244**	11096945**	16.4**	3.8**
HxT	35	13.8	45.4	57.0	25.5	775380	482251	0.7	0.6*
HxG	(15)	6.3	44.1	37.3	22.6	732864	441051	1.0	0.8*
HxD	(5)	48.8*	91.8	173.0**	50.2	1657455	846596	0.1	0.3
HxG×D	(15)	9.6	31.4	37.9	20.2	523871	402003	0.6	0.5
E(b)	80	18.1	45.8	50.6	26.6	836044	503852	0.7	0.4

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

秋作結果如表 2 ，在處理、基因型、株距、收穫期四個變因中，八個性狀均達顯著或極顯著差異；基因型×株距之交感效應，其公頃莢果及籽粒產量、油分含量達顯著或極顯著；收穫期×處理、收穫期×基因型、收穫期×基因型×株距之交感效應中油分、蛋白質含量達顯著或極顯著；收穫期×株距之交感效應中，只有公頃莢果產量及蛋白質含量達顯著。

表 2. 秋作落花生八個性狀之變方分析表

Table 2. ANOVA for eight agronomic traits of peanut grown in spring crop season.

SOV	DF	MS							
		Pod no.	Pod wt.	Seed no.	Seed wt.	Pod yield	Seed yield	Oil	Protein
Block	2	43.7	83.4	83.9	17.4	1019980	240898	3.9	2.5
Treatment(T)	7	456.1**	656.1**	1037.5**	272.7**	40883276**	17023414**	34.9**	79.3**
Genotype(G)	(3)	888.0**	1301.9**	2646.4**	557.0**	27853858**	11918264**	69.4**	154.9**
Density(D)	(1)	459.2**	612.5**	961.4**	211.5*	82125596**	74727956**	19.3**	68.4**
GxD	(3)	23.3	24.8	83.9	8.8	6831920**	2893716*	5.5**	7.4
E(a)	14	38.4	58.7	69.8	36.0	1048002	546328	0.7	2.4
Harvest(H)	5	148.0**	308.1**	331.1**	152.4**	6318754**	2788914**	7.6**	15.2**
HxT	35	8.1	21.4	30.2	11.5	636841	379021	4.6**	7.5**
HxG	(15)	5.7	10.0	32.8	8.9	288721	321156	5.1*	7.0*
HxD	(5)	13.3	69.8	52.4	15.9	2395397**	542620	4.1	10.6**
HxGxD	(15)	8.6	16.7	20.2	12.6	398777	382352	4.2**	7.1**
E(b)	80	20.6	35.2	55.6	16.6	725798	301899	2.3	3.1

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

一、不同基因型間比較

由表 3 可以看出，四個基因型間，莢數方面，春秋作皆以臺南11號最高，均顯著大於其他基因型；秋作之 VB313 則特別少（8.2），顯著低於其他三個基因型。莢重方面，在春作基因型間無顯著差異，秋作 VB313 最小，臺南11號最大。粒數，春作之臺南11號高過其他三個基因型，秋作則依序爲臺南11號、臺農 6 號、立枝仔及 VB313，其間均互有差異。在春作之粒重、公頃莢果及籽粒產量等三個性狀，四個基因型間無顯著差異；而在秋作之排行序，則與粒數之趨勢相似。VB313 春作之油分高達49.9%，遠高於其他三個基因型，秋作爲45.9%，則反而低於其他三個基因型。蛋白質含量方面，不論春秋作，均以臺南11號及臺農 6 號分別高於立枝仔及 VB313。

表 3. 春秋兩期作處理間 8 個性狀之比較

Table 3. Comparisons among treatments for eight traits of peanut grown in spring and fall crop seasons.

Genotype		Pod no.(no./pt)				Pod wt.(g/pt)				Seed no.(no./pt)			
		Spring	Mean	Fall	Mean	Spring	Mean	Fall	Mean	Spring	Mean	Fall	Mean
Tainan 11	10cm	17.0	18.9	17.5	20.2	22.4	24.8	23.4	24.8	28.1	31.4	28.5	33.0
	30cm	20.9		22.8		27.2		26.1		34.8		37.5	
Tainung 6	10cm	13.3	15.7	13.0	14.8	22.5	25.6	19.0	22.2	20.8	24.5	20.6	23.4
	30cm	18.3		16.7		28.7		25.4		28.1		26.2	
Li-chu-tzae	10cm	13.0	15.3	10.7	12.7	23.8	28.1	17.1	19.2	20.3	24.4	16.3	18.5
	30cm	17.8		14.6		32.5		21.2		28.5		20.8	
VB 313	10cm	12.6	15.5	7.5	8.2	21.9	26.8	9.3	10.9	20.1	25.0	12.0	12.8
	30cm	18.6		8.9		31.7		12.5		29.9		13.6	
$LSD_{(0.05)}$		4.2	2.9	4.4	3.1	7.3	5.1	5.4	3.8	7.0	4.9	5.9	4.2

(continued)

Genotype		Seed wt.(g./pt)				Pod yield(kg/ha)				Seed yield(kg/ha)			
		Spring	Mean	Fall	Mean	Spring	Mean	Fall	Mean	Spring	Mean	Fall	Mean
Tainan 11	10cm	15.8	17.4	15.6	16.4	4984.6	3503.0	5212.4	3574.4	3510.2	2459.1	3465.5	2373.3
	30cm	19.0		17.3		2021.4		1936.3		1408.0		1281.2	
Tainung 6	10cm	14.7	17.4	11.6	13.4	5017.6	3574.5	4230.5	3059.1	3273.1	2381.6	2579.8	1857.0
	30cm	20.1		15.3		2131.4		1887.7		1490.2		1134.1	
Li-chu-tzae	10cm	17.4	20.4	10.2	11.6	5290.2	3851.0	3806.8	2691.5	3866.0	2805.1	2285.4	1624.0
	30cm	23.5		13.0		2411.8		1576.2		1744.1		962.6	
VB 313	10cm	16.5	19.1	6.2	7.0	4880.7	3616.8	2078.9	1505.1	3671.3	2639.2	1391.1	986.0
	30cm	21.7		7.8		2352.9		931.3		1607.1		580.9	
$LSD_{(0.05)}$		5.7	4.0	4.2	3.0	1057.1	747.5	730.2	516.3	832.2	588.4	527.2	372.8

(continued)

Genotype		Oil (%)				Protein (%)			
		Spring	Mean	Fall	Mean	Spring	Mean	Fall	Mean
Tainan 11	10cm	49.4	49.2	48.1	48.7	31.3	31.1	30.1	29.2
	30cm	49.1		49.2		30.9		28.3	
Tainung 6	10cm	48.4	48.6	48.3	49.0	31.6	31.5	30.0	29.6
	30cm	48.8		49.7		31.5		29.1	
Li-chu-tzae	10cm	49.1	49.3	47.6	48.0	28.4	28.0	26.7	25.5
	30cm	49.5		48.4		27.6		24.2	
VB 313	10cm	49.9	49.9	46.1	45.9	27.8	27.8	26.4	26.2
	30cm	49.8		45.7		27.8		26.0	
$LSD_{(0.05)}$		0.4	0.3	0.6	0.4	0.6	0.4	1.1	0.7

二、不同栽培密度間比較

比較同一基因型在密植與疏植情況下之變化，莢數及粒數方面，春作之臺農 6 號、立枝仔及 VB 313，秋作之臺南11號，均以疏植高於密植。莢重方面，春作之立枝仔及 VB313，秋作之臺農 6 號均以疏植大於密植；而粒重方面，則僅春作之立枝仔呈同樣趨勢。公頃莢果及籽粒產量，不管春秋作，四個基因型均是密植者爲疏植者之兩倍以上。油分含量，秋作之臺南11號、臺農 6 號及立枝仔三個基因型之疏植者高於密植者。蛋白質含量，密植者均略高於疏植者，其中差異達顯著的包括春作之立枝仔與秋作之臺南11號及立枝仔（表 3）。

三、不同收穫期之比較

㈠莢數

無論春秋作，同一基因型之六個收穫期，概以愈遲收穫者具有較多之莢數。春作密植，差異達顯著的包括：臺南11號之 H6 與 H1-H3；臺農 6 號之 H4、H6 與 H1；立枝仔之 H6 與 H1、H2；VB313 之 H5、H6 與 H1。在疏植下，則包括：臺南11號之 H4-H6 與 H1、H2；臺農 6 號之 H4-H6 與 H1—H3；立枝仔之 H5、H6 與 H1、H2；VB313 之 H4-H6 與 H1-H3。

秋作密植下，臺南11號及臺農 6 號之六次收穫期間均無明顯差異，而立枝仔及 VB313 之 H6 則顯然高過其他收穫期。在疏植下，差異顯著的有：南臺11號之 H3-H6 與 H1、H2；臺農 6 號之 H4-H6 與 H1；立枝仔及 VB313 之六次收穫均無明顯差異。

不同基因型間之同一收穫期作比較，存在差異的包括：春作密植下，在 H6 時臺南11號與 VB313間；秋作密植下，在 H2 及 H4 之臺南11號與立枝仔，在 H1-H5 之臺南11號與 VB313，在 H2 之臺農 6 號與 VB313 間差異均達顯著；疏植下，在 H1-H6 之臺南11號與 VB313，在 H3-H6 之臺南11號與立枝仔，在 H2-H6 之臺農 6 號與 VB313間（表 4）。

表 4. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之單株莢數

Table 4. Pod numbers (no./plant) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	12.8	12.6	15.5	15.5
	H2	14.8	17.4	16.4	17.9
	H3	16.0	20.8	16.2	25.1
	H4	18.5	24.5	17.4	24.0
	H5	17.6	23.4	18.9	27.1
	H6	22.2	26.6	20.7	27.5
Tainung 6	H1	8.6	11.6	10.2	11.6
	H2	12.0	12.2	11.8	17.1
	H3	13.2	13.6	12.5	16.1
	H4	16.3	22.6	13.4	18.1
	H5	13.3	22.2	15.5	18.4
	H6	16.1	27.1	14.5	18.9
Li-chu-tzae	H1	11.0	10.3	8.6	11.5
	H2	9.4	14.0	8.5	13.4
	H3	11.7	18.7	10.0	15.0
	H4	13.6	19.1	9.1	16.0
	H5	15.3	22.3	13.1	15.0
	H6	16.5	22.2	15.2	16.7
VB 313	H1	8.8	11.0	4.9	6.5
	H2	10.6	15.1	4.7	7.0
	H3	12.1	14.1	5.6	7.9
	H4	13.4	20.9	7.3	10.3
	H5	16.1	22.4	8.1	11.3
	H6	14.4	27.7	14.5	10.7
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	5.2	5.2	5.5	5.5
	Between two genotypes	6.9	6.9	7.3	7.3

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(二)莢重

莢重與莢數之趨勢頗爲類似，春作密植下，同一基因型內，不同收穫期間差距較大的包括：臺南11號之 H6 與 H1；臺農 6 號之 H4-H6 與 H1；立枝仔之 H6 與 H1-H3；VB313 之 H6 與 H1-H3，以及 H5 與 H1、H2。在疏植下，臺南11號之 H6 與 H1、H2；臺農 6 號之 H5、H6，與 H1、H2；立枝仔之 H5、H6 與 H1、H2；VB313 之 H5、H6 與 H1-H3。

秋作密植下，臺南11號及臺農 6 號在六次收穫期中以 H6 較高外，其餘之差異較不明顯，另外差異顯著的有：立枝仔之 H6 與 H1-H3；VB313 之 H6 與 H1-H5。在疏植下，臺南11號之 H4-H6 與 H1、H2差異顯著；臺農 6 號之 H1 最低，其與 H2-H6 均呈顯著差異；立枝仔之 H3-H6 與 H1，VB313 之 H4、H5 與 H1。

同一收穫期下，四個落花生基因型間相互比較，春作密植，差異均不顯著；疏植下，在 H5 之臺南11號與立枝仔、VB313，及在 H6 之 VB313 與臺南11號、臺農 6 號，差異明顯。秋作密植，在 H1 之臺南11號與立枝仔，在 H1-H6 之臺南11號與 VB313，在 H2-H5 之臺農 6 號與 VB313，在 H4、H5之立枝仔與 VB313，均爲顯著差異。秋作疏植，在 H2-H6 之 VB313、臺南11號與臺農 6 號，及在 H2、H3 之立枝仔與 VB313，均呈明顯差異（表 5）。

表 5. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之單株莢重（公克）
Table 5. Pod weight (g./plant) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	17.6	18.0	22.3	15.7
	H2	19.3	23.0	21.3	20.4
	H3	21.4	27.0	20.2	28.9
	H4	20.7	31.8	21.6	31.0
	H5	25.1	29.4	26.7	30.0
	H6	30.2	34.2	28.2	30.6
Tainung 6	H1	12.7	20.0	14.8	16.2
	H2	21.4	18.9	19.3	25.5
	H3	21.3	22.2	17.8	27.0
	H4	26.2	34.2	18.0	27.3
	H5	26.9	40.1	21.5	29.7
	H6	26.7	37.0	22.5	26.8
Li-chu-tzae	H1	17.6	18.1	11.4	14.7
	H2	18.1	26.1	12.4	20.6
	H3	20.8	31.5	15.1	24.7
	H4	29.0	35.8	19.9	23.9
	H5	26.4	42.4	20.7	21.2
	H6	30.6	41.2	23.0	22.4
VB 313	H1	14.1	22.2	6.1	7.4
	H2	15.9	19.7	5.5	9.0
	H3	22.9	23.5	8.1	12.0
	H4	20.3	32.2	7.8	16.5
	H5	26.7	40.9	10.2	16.0
	H6	31.7	51.8	18.1	14.2
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	8.3	8.3	7.2	7.2
	Between two genotypes	11.0	11.0	9.6	9.6

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(三)粒數

春作密植下，六次收穫中，差距顯著的有：南臺11號之 H5、H6 與 H1-H3；臺農 6 號之 H5、H6 與 H1；立枝仔之 H6 與 H1；VB313 之 H6與 H1-H3。在疏植下，臺南11號之 H4-H6 與 H1、H2；臺農 6 號之 H4-H6 與 H1-H3；立枝仔之 H5、H6 與 H1、

H2；VB313 之 H5、H6 與 H1-H3。

秋作密植下，四個基因型內，H1-H6 間差異均未達顯著。在疏植下，立枝仔及 VB313 於六次間之差異也不顯著；臺南11號之 H3-H6 與 H1、H2，臺農 6 號之 H3-H6 與 H1，差異顯著。

就同一收穫期下比較四個基因型，其間有一些差異較大的，春作密植下，在 H5 之臺南11號與立枝仔、VB313；在疏植下，在 H3 之臺南11號與臺農 6 號，在 H6 之立枝仔與 VB313，在 H2-H4 之臺南11號與立枝仔。秋作密植下，在 H1-H6 之臺南11號與 VB313，秋作疏植時，在 H4-H6 之臺南11號與臺農 6 號、VB313，在 H1、H2 之南臺11號與 VB313，在 H2-H6 之臺農 6 號與 VB313（表 6）。

表 6. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之單株粒數

Table 6. Seed numbers (no./plant) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	21.8	20.5	24.1	25.5
	H2	23.6	28.2	26.5	28.3
	H3	24.3	32.7	28.8	41.8
	H4	29.4	41.3	30.2	43.1
	H5	36.1	41.2	29.1	41.2
	H6	33.5	44.8	32.6	45.3
Tainung 6	H1	12.3	19.8	15.1	17.2
	H2	20.7	21.0	21.3	25.6
	H3	19.2	19.6	20.1	28.6
	H4	21.1	33.2	20.1	28.7
	H5	26.5	37.4	24.2	27.3
	H6	25.0	37.7	23.1	29.8
Li-chu-tzae	H1	16.0	16.7	12.4	18.6
	H2	16.5	22.9	13.6	17.6
	H3	18.2	29.9	15.5	20.4
	H4	23.6	30.3	14.1	21.4
	H5	21.7	36.5	20.7	21.5
	H6	25.7	34.4	21.2	25.1
VB 313	H1	13.2	21.6	8.1	9.9
	H2	17.3	19.6	8.3	10.0
	H3	18.6	22.7	9.1	12.1
	H4	22.7	31.7	10.3	16.6
	H5	21.4	37.0	14.1	15.3
	H6	27.4	47.2	12.1	17.6
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	8.8	8.8	9.3	9.3
	Between two genotypes	11.5	11.5	12.1	12.1

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(四)粒重

同一基因型內，收穫期間粒重差異顯著的有：春作密植下，臺南11號之 H6 與 H1-H4；臺農 6 號之 H5、H6 與 H1；立枝仔之 H4-H6 與 H1、H2；VB313 之 H5、H6 與 H1、H2。疏植下，臺南11號之 H3-H6 與 H1；臺農 6 號之 H4-H6 與 H1-H3；立枝仔之 H4-H6 與 H1、H2；VB313 之 H4-H6 與 H1-H3。

秋作密植下，臺南11號之H6與H1—H4，臺農 6 號之H6與H1，立枝子之H4、H5與H1、H2，VB313之H6與H1—H5。在疏植下，差異明顯的有：臺南11號之H3—H6與H1、H2；臺農 6 號之H2—H6與H1；立枝仔之H4—H6與H1—H2；VB313之H5、H6與H1。

就同一收穫期下各基因型間作一比較，達顯著差異的包括：春作疏植，在H5之立枝仔與臺南11號，在H6之VB313與臺南11號；秋作密植，在H1—H5之臺南11號與VB313，在H1、H2之臺南11號與立枝仔，在H1—H4之臺農 6 號與VB313，在H3、H4之立枝仔與VB313（表7）。

表 7. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之單株粒重

Table 7. Seed weight (g/plant) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	13.9	10.7	14.4	10.1
	H2	13.0	15.7	14.5	13.1
	H3	12.7	19.0	13.5	18.6
	H4	14.9	22.7	13.5	21.0
	H5	17.7	21.7	18.1	18.8
	H6	22.3	23.9	19.3	21.9
Tainung 6	H1	8.8	12.5	8.0	9.4
	H2	14.9	13.5	11.4	15.1
	H3	14.6	15.8	10.6	15.8
	H4	14.7	23.5	12.8	16.9
	H5	17.7	27.4	11.8	17.6
	H6	17.5	27.7	14.5	16.7
Li-chu-tzae	H1	11.7	12.4	7.4	9.8
	H2	13.5	18.7	7.8	8.8
	H3	15.0	22.0	10.6	12.2
	H4	21.0	26.9	13.5	15.0
	H5	20.3	30.4	12.9	15.8
	H6	22.6	30.5	9.1	16.0
VB 313	H1	11.3	13.4	3.8	4.1
	H2	9.6	15.1	3.7	6.2
	H3	15.8	16.4	3.9	9.0
	H4	17.4	23.2	5.2	7.5
	H5	20.8	23.2	7.2	10.6
	H6	24.0	38.5	13.3	9.3
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	6.3	6.3	4.9	4.9
	Between two genotypes	8.3	8.3	6.6	6.6

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

㈤公頃莢果產量

春作密植下，各基因型公頃產量概以愈遲收穫者愈高產，其中最突出的，臺南11號爲H6，臺農6號及立枝仔爲H4—H6，VB313爲H5及H6。春作疏植及秋作密植，趨勢與春作密植相當類似。秋作疏植，除臺南11號之H4及H6高於H1外，其餘各基因型內之不同收穫期間均差異不顯著。

四個基因型間不同收穫期之公頃莢果產量，在春作密植下，僅在H4之立枝仔與臺南11號、VB313差異顯著；秋作密植下，在H1之臺南11號與其他三基因型，以及在H2—H6之臺南11號與VB313間，在H2之臺農6號與立枝仔，在H2—H5之VB313與臺農6號、立枝仔，均差異明顯。而在疏植下，不論春秋作，同一收穫期，並無任何二基型間差異顯著（表8）。

表 8. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之公頃莢果產量

Table 8. Pod yield (kg/ha) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	3,924.4	1,334.8	4,972.6	1,170.1
	H2	4,303.7	1,709.4	4,750.3	1,513.3
	H3	4,773.3	2,003.2	4,493.3	2,142.2
	H4	4,603.7	2,361.9	4,821.5	2,296.5
	H5	5,588.9	2,181.9	5,953.3	2,225.6
	H6	6,714.0	2,537.3	6,283.7	2,270.4
Tainung 6	H1	2,837.8	1,483.9	3,291.1	1,205.6
	H2	4,759.2	1,400.7	4,296.3	1,894.0
	H3	4,743.7	1,650.6	3,970.3	2,005.1
	H4	5,829.6	2,533.8	4,015.5	2,027.1
	H5	5,999.2	2,974.6	4,790.3	2,204.4
	H6	5,936.3	2,745.2	5,019.2	1,989.9
Li-chu-tzae	H1	3,917.8	1,343.9	2,533.3	1,089.4
	H2	4,040.0	1,940.0	2,772.6	1,529.4
	H3	4,643.7	2,334.8	3,368.9	1,832.8
	H4	6,448.1	2,654.6	4,434.0	1,770.8
	H5	5,885.1	3,143.7	4,606.7	1,571.3
	H6	6,806.6	3,054.3	5,125.2	1,663.7
VB 313	H1	3,135.5	1,651.1	1,358.5	554.3
	H2	3,534.8	1,459.2	1,231.8	672.3
	H3	5,091.8	1,746.4	1,814.8	892.1
	H4	4,524.4	2,385.2	1,754.8	1,226.6
	H5	5,946.6	3,031.6	2,282.9	1,185.2
	H6	7,051.1	3,844.2	4,030.3	1,057.5
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	1,116.0	1,1160.0	1,063.0	1,063.0
	Between two genotypes	1,486.0	1,486.0	1,384.0	1,384.0

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(六)公頃籽粒產量

四個基因型在各收穫期之公頃籽粒產量高低情形，與公頃莢果產量近乎雷同，絕大多數均以H6或H5—H6最爲高產，疏植時之產量都非常不理想，通常不及密植之半。

四個基因型在同一收穫期之公頃籽粒產量，在春作密植或疏植栽培下，均無差異顯著，惟在秋作密值下，在H1、H5、H6之臺南11號與其他三個基因型，在H2—H4之臺南11號與VB313，在H2—H5之臺農 6 號與VB313，在H3—H6之立枝仔與VB313，均明顯不同（表9）。

表 9. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之公頃籽粒產量
Table 9. Seed yield (kg/ha) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	3,100.7	794.5	3,217.8	752.3
	H2	2,889.6	1,169.1	3,222.2	974.3
	H3	2,834.8	1,414.0	3,007.4	1,378.7
	H4	3,326.6	1,687.4	3,017.0	1,557.0
	H5	3,939.2	1,611.8	4,023.7	1,397.8
	H6	4,970.3	1,771.3	4,305.2	1,626.9
Tainung 6	H1	1,957.8	932.3	1,795.5	698.5
	H2	3,325.9	1,006.6	2,545.2	1,125.1
	H3	3,248.1	1,172.6	2,374.0	1,176.7
	H4	3,276.2	1,740.7	2,865.9	1,256.5
	H5	3,934.8	2,036.0	2,658.5	1,307.1
	H6	3,895.5	2,052.8	3,240.0	1,240.7
Li-chu-tzae	H1	2,608.1	923.7	1,665.9	729.1
	H2	3,013.3	1,389.6	1,754.8	657.8
	H3	3,351.8	1,633.5	2,364.4	909.9
	H4	4,688.1	1,999.2	3,014.8	1,111.6
	H5	4,499.2	2,254.8	2,882.2	1,175.5
	H6	5,035.5	2,263.9	2,030.3	1,191.6
VB 313	H1	2,519.9	999.2	863.6	310.1
	H2	2,146.6	1,121.9	838.5	460.4
	H3	3,513.3	1,221.2	880.0	668.1
	H4	3,868.1	1,722.2	1,171.1	562.4
	H5	4,639.2	1,725.4	1,619.2	791.6
	H6	5,340.7	2,852.6	2,974.1	693.0
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	865.0	965.0	693.0	693.0
	Between two genotypes	1,998.0	1,998.0	972.0	972.0

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(七)油分

同一基因型內，六個收穫期之油分含量大抵均以H1最低，其餘各期變化不大。密植下，春作之油分含量略高於秋作；疏植下，號臺南11號及臺農 6 則無此規則性。

同一收穫期下，四個基因型間之油分含量，春作密植下，差異達顯著的包括：在H2、H3之臺南11號、VB313與臺農 6 號，在H1、H2、H5、H6之VB313與臺農 6 號，在H6之臺農 6 號與立枝仔；疏植下，在H1、H3之臺南11號與立枝仔，在H2之VB313與其他三基因型，在H6之立枝仔與臺農 6 號。秋作密植下，在H2之VB313與其他三基因型，在H3、H6之臺農 6 號與VB313；疏植下，在H1之臺南11號與立枝仔，在H3之臺南11號、臺農 6 號與VB313，在H2之臺農 6 號與立枝仔、VB313，在H4之VB313與臺農 6 號、立枝仔，在H1、H5、H6之VB313與其他基因型（表10）。

表10. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之油分含量

Table 10. Oil content (%) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring		Fall	
		10cm	30cm	10cm	30cm
Tainan 11	H1	48.0	48.5	47.4	49.8
	H2	50.2	49.3	48.4	48.2
	H3	49.7	48.4	47.5	49.8
	H4	49.5	49.4	46.0	48.9
	H5	49.8	50.1	47.0	49.9
	H6	49.1	48.9	46.3	48.7
Tainung 6	H1	47.8	47.5	48.0	48.1
	H2	48.5	49.5	48.3	50.2
	H3	48.1	48.4	49.4	49.7
	H4	49.1	49.6	47.3	49.5
	H5	49.0	49.3	47.8	49.8
	H6	48.2	48.4	48.7	50.9
Li-chu-tzae	H1	47.3	46.9	46.8	47.0
	H2	49.2	49.7	48.5	47.2
	H3	48.4	50.2	47.5	48.0
	H4	50.4	50.5	48.2	49.7
	H5	49.8	50.0	47.4	49.7
	H6	49.7	50.0	47.3	49.1
VB 313	H1	48.0	47.8	46.2	43.1
	H2	50.5	51.3	45.1	47.0
	H3	49.6	49.7	46.8	46.8
	H4	50.3	50.0	46.3	47.0
	H5	50.7	50.7	46.9	45.2
	H6	50.0	49.5	45.2	45.3
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	1.1	1.1	2.1	2.1
	Between two genotypes	1.3	1.3	2.4	2.4

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

(八)蛋白質

四個基因型在六次收穫間之蛋白質含量，大多以H1較低，其中差異顯著的有；春作密植下，臺南11號之H1與H3—H6，臺農6號之H1與H2、H5，立枝仔之H1與H3、H5，VB313之H4、H6與H1—H3；春作疏植下，臺農6號之H1與H2—H6，立枝仔之H4、H5與H1—H3，VB313之H1—H3與H4—H6。秋作密植下，臺南11號之H4與H2、H5，臺農6號之H4與H3，立枝仔之H2—H4、H6與H1, H2、H6與H5，VB313之H4、H6與H2。秋作疏植下，臺南11號六次收穫期之蛋白質含量均無差異，臺農6號之H1含量特別高；其他，立枝仔之H1與H2、H4—H6，及VB313之H4、H6與H2、H3、H5，均差異顯著。

同一收穫期下，比較不同基因型間之蛋白質含量，在春作，密植或疏植，臺南11號及臺農6號之每一收穫期，均顯著高於立枝仔及VB313。秋作密植，除在H3之臺農6號及在H2、H6之立枝仔外，其餘各收穫期亦均以臺南11號及臺農6號顯著高於立枝仔及VB313；秋作疏植，除在H4及H6之VB313外，趨勢與密植者相似（表11）。

表11. 四個落花生基因型在不同期作、株距及收穫期之蛋白質含量（%）

Table 11. Protein content (%) of four peanut genotypes grown under different crop seasons, space-in-rows and harvest dates.

Genotype	Harvest[z] date	Spring 10cm	Spring 30cm	Fall 10cm	Fall 30cm
Tainan 11	H1	30.5	30.7	31.2	29.5
	H2	31.2	30.7	30.3	29.4
	H3	31.4	31.0	31.4	28.1
	H4	31.5	30.7	32.7	27.8
	H5	31.5	30.8	30.3	27.4
	H6	31.5	31.3	30.7	27.7
Tainung 6	H1	30.9	30.3	29.9	32.0
	H2	32.1	31.6	30.1	29.0
	H3	31.4	31.8	28.6	29.3
	H4	31.5	31.6	31.0	28.6
	H5	31.9	32.3	30.0	28.6
	H6	31.7	31.2	30.5	27.3
Li-chu-tzae	H1	27.7	27.2	24.0	26.1
	H2	28.0	27.1	28.5	23.2
	H3	29.3	27.2	27.8	25.7
	H4	28.1	28.3	26.6	23.8
	H5	29.1	28.2	25.1	23.0
	H6	28.1	27.6	28.0	23.5
VB 313	H1	27.5	27.0	25.5	26.8
	H2	27.4	26.3	25.0	24.3
	H3	27.5	27.5	26.9	24.6
	H4	28.4	28.6	27.3	29.3
	H5	27.7	28.5	26.3	24.2
	H6	28.6	28.5	27.5	27.1
$LSD_{(0.05)}$	Within a genotype	0.8	0.8	2.2	2.2
	Between two genotypes	1.0	1.0	2.8	2.8

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 62 and 80 days after blooming stage in the fall and spring crop seasons, respectively.

討　論

落花生爲地上開花地下結果之作物，其三種植物型（type）間之植株及果實性狀存在著相當大的歧異性；而在型內，各基因型之間變異也十分明顯[4,15,20]。本研究中採用 2 種 Spanish type 及 2 種 Virginia type，從試驗資料觀之，春秋作，莢數、粒數均以 Spanish type 之臺南11號最多。春作之莢重、粒重則以 Virginia type 之立枝仔及VB313領先；然而，在秋作，其莢數、粒數、莢重及粒重等四個性狀，均表現不佳，且比 Spanish type 減少近乎 1 倍，落在臺南11號及臺農 6 號之後。公頃莢果及籽粒產量，春作比秋作優，四個基因型間，在春作雖差距不顯著，但秋作則有顯著差異，尤其 Virginia type 在秋作之降幅尤深，可知臺灣秋作欲栽培 Virginia type，有待克服之困難仍多[1,7]。四個基因型之油分含量，互有差異，蛋白質含量則 Spanish type 高於 Virginia type。曾等[3]發現此二種成分，在春作皆比秋作的含量高，本研究所得結果亦然。

栽培密度影響作物之競爭力及整體表現，與產量及品質息息相關。一般 Spanish type 落花生，植株直立，分枝數少，莢果及籽粒較小，可採比較密植栽培；而 Virginia type，植株呈半立或匍匐性，分枝多，莢果及籽粒較大，栽培行株距可大些。本研究中，莢數、莢重、粒數及粒重四個性狀，均以疏植者較優；然而，就公頃莢果及籽粒產量而言，疏植者卻不及密植者之半，推測可能因本試驗疏植之公頃株數僅爲密植者之三分之一，雖單株性狀較大，仍無法彌補其公頃產量，至於公頃適當株數，則有待進一步探討。栽培密度對油分含量影響較微，但顯然的，密植之蛋白質含量確比疏植者高出許多。Hauser and Buchanna (1981) 、Chin Choy *et al.*[9]、簡[7]、李等[2]、李及侯[1]等均在栽培密度試驗中，也都得到與本研究相近的結果。

落花生屬無限生長型作物，開花期長，莢果成熟頗不一致，通常成熟莢果約在60～80%時即爲適當收穫期。一般太早收穫之莢果及籽粒產量最低，完全成熟之籽粒最少，而莢果及籽粒重會隨籽粒成熟度之增加而增加，這種現象已經多位學者證實[4,6,8,11,12,18,20,26,27]。本研究也發現，過早收穫（尤其是H1—H2）之莢果籽粒產量均低；而愈晚收穫者（H5—H6）之成熟籽粒最多也最重，其公頃產量當然也最高。

落花生油分及蛋白質含量，亦隨收穫期之不同，而呈現迴異的變化。Sanders *et al.*[23,24]研究發現，未成熟之莢果，由於含不穩定之代謝物較多，風味較差。而油分及蛋白質含量，一般是隨籽粒成熟度增加而提高，但大致以增至一定程度後即無大變化。在生育期間，油分及蛋白質含量之高低變化，深受基因型及環境所左右，十分複雜，因此，許多學者之研究報告，也隨品種、氣候及收穫時期之異，而有很多不同的看法[3,4,11,15,19,20,21,23,24,29]。本研究資料顯示，最早收穫(H1)之油分及蛋白質含量均偏低，隨後，漸趨於穩定。

黃[5]、Blamey and Chapman[8]、Court *et al.*[11] 等學者指出，落花生各農藝性狀之表現，約以始花後70～80天收穫者較佳，此階段之成熟莢數、乾莢重、粒重、粒數、剝實率、百粒重等性狀，皆與較早或過遲收穫者之間，呈顯著差異。就本研究資料而言，考量莢果及籽粒產量，最適收穫期，春作宜在始花後108～115天，秋作宜在始花後90～97天，與上述學者之研究報告不同，其或與試驗材料、栽培環境及成熟度認定標準不同有關。本研究中之二種 Virginia type，似乎均不適合於臺灣之秋作栽培。當然，不管春作或秋作，由本資料觀之，四個基因型概以密植栽培(45cm×10cm)較爲有利。

本研究進行之初，原規劃最早收穫期（H1）及最遲收穫期（H6）之前後，尙有2個收穫期，唯取樣之後發現，前者成熟莢太少，後者掉落地中腐化之莢數太多，其資料均難以估算分析，不得不予以放棄。就整個資料來看，少許數據之變化並非十分規則，這種結果，部分原因或與落花生之無限生長、開花期長、莢果成熟不一致有關。然而，落花生異質四倍體（allotetraploid）遺傳結構，在型間、型內、品種間、品種內，都可能隱藏著某些一時難以發現之變異根源，也值得進一步探討。

引用文獻

1. 李瑞興、侯金日。1994。不同栽植密度對大小粒型落花生品種生長特性之影響。嘉義農專學報37：1～18。
2. 李瑞興、侯金日、李清水。1992。不同種子處理形態及播種對落花生產量性狀、種子等級及化學組成分的影響。農教學報 91～105頁。
3. 曾耀崑、陳桐榮、張平。1991。臺灣產花生原料之物理與一般成分。嘉義農專學報26：185～200。
4. 黃明得。1976a。籽粒成熟度對落花生產量油分含量及品質之影響。雜作簡報17：93～101。
5. 黃明得。1976b。落花生質量改進與增產。科學農業24(3,4)：140～153。
6. 劉啓東、劉景平。1993。不同種子成熟度及收穫方式對落花生種子品質之影響。81年度農業委員會補助計畫成果報告。
7. 簡文憲。1985。落花生生長分析。雜作簡報26：56～58。
8. Blamey, F. P. C. and J. Chapman. 1980. Harvesting time effects on yield and quality of three groundnut cultivars. Agroplantae 12：33～37.
9. Chin Choy, E. W., J. F. Stone, R. S. Matlock, and G. N. Mc Cauley. 1982. Plant population and irrigation effects on Spanish peanuts. (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 9：73～76.
10. Chiou, Y. Y., C. D. Liu, C. P. Liu, S. Ferng, and R. T. Tsai. 1992. Characterization of peanut kernels as affected by harvest date and drying practices. J. Agri. Food Chem. 40：1536～1540.
11. Court, W. A., R. C. Roy, and J. G. Hendel. 1984. Effect of harvest date on agronomic and chemical characteristics of Ontario peanuts. Can. J. Plant Sci. 64：521～528.
12. Davidosn. J. I., P. D. Blankenship, and V. Chew. 1978. Probability distributions of peanut seed size. Peanut Sci. 5：91～96.
13. Hauser, E. W. and G. A, Buchanan. 1981. Influence of row spacing, seeding rates and herbicide system on the competitiveness and yield of peanuts. Peanut Sci. 8：74～81.
14. Knauft, D. A., D. W. Gorbet, and F. G. Martin. 1991. Variation in seed size uniformity among peanut genotypes. Crop Sci. 31：1324～1327.
15. Knauft, D. A., A. J. Norden, and D. W. Grobet. 1986. The effect of three digging dates on oil quality, yield, and grade of five peanut genotypes grown without leafspot control. Peanut Sci. 13：82～

86.

16. McLean, D. E. and G. A. Sullivan. 1982. Influence of cultural and harvest practices on peanut seed quality. Peanut Sci. 9 : 145~148
17. Mercer, L. C., J. C. Wynne, and C. T. Young. 1990. Inheritance of fatty acid content in peanut oil. Peanut Sci. 17 : 17~21.
18. Mixon, A. C. and W. D. Branch. 1985. Agronomic performance of a Spanish and Runner cultivar harvested at six different digging intervals. Peanut Sci. 12 : 50~54.
19. Pattee, H. E., and E. B. Johns. 1969. Changes in carotenoid and oil content during maturation of peanut seeds. JAOCS 46 : 629.
20. Pattee, H. E., E. B. Johns, J. A. Singleton, and T. H. Sanders. 1974a. Composition changes of peanut fruit parts during maturation. Peanut Sci. 1 : 57~62.
21. Pattee, H. E., E. B. Johns, J. A. Singleton, and T. H. Sanders. 1974b. Carbon-14 distribution in peanut fruit parts during maturation following CO_2 treament of intact plants. Peanut Sci. 1 : 63~67.
22. Sanders. T. H, 1989. Maturity distribution in commercially sized florunner peanut. Peanut Sci. 16 : 91 ~95.
23. Sanders. T. H., P. D. Blankenship, J. R. Vercellotti, K. I. Crippen and G. V. Civille. 1989. Interaction of maturity and curing temperature on descriptive flavor of peanuts. J. Food Sci. 54 : 1066~1069.
24. Sanders, T. H., J. R. Vercellotti, K. L. Crippen and G. V. Civille. 1989. Effect of maturity on roast color and descriptive flavor of peanuts. J. Food Sci. 54 : 475~477.
25. Sheppard, A. J. and T. S. Rudolf. 1991. Analysis of peanuts and peanut products for total lipids, fatty acids and proximates. Peanut Sci. 18 : 51~54.
26. Williams, E. J., G. O. Ware, J. Y. Lai, and J. S. Drexler. 1987. Effect of pod maturity and plant age on pod and seed size distributions of florunner peanuts. Peanut Sci. 14 : 79~83.
27. Yadava, T. P., P. Kumar, and S. K. Thakral. 1984. Association of pod yield with some quantitative traits in bunch group of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Haryana Agric. Univ. J. Res. 14 : 85~88.
28. Young. J. H. 1981. Effect of windrow curing time on peanut harvest losses. Am. Peanut Res. Educ. Soc. 13(1) : 80.
29. Young, C. T., and R. E. Worthington. 1974. Fatty acid composition of Spanish peanut oil as influencing by planting location, soil moisture condition, variety and season. JAOCS 51 : 312~315.

46-2-2

Effects of Genotype, Population Density and Harvest Date on Yield and Quality of Peanut[1]

Kun-Chuan Lu[2], Mau-Shing Yeh[3], Kin-Hsing Yang[4] and Hung-Shung Lu[4]

Summary

To study the effects of genotype、population density and harvest date on yield and quality of peanut, in the spring and fall crop seasons of 1995, two Spanish type (TN 11 and TNG 6) and two Virginia type (Li-chu-tzae and VB313) were grown with two space-in-rows in the field of the Taiwan Agricultural Research Institute, and were harvested at six 7-day intervals beginning 80 and 62 days after first blooming stage. The results indicated that differences were apparent among genotypes, plant densities and harvest dates for eight traits investigated. Tainan No. 11 had the highest pod and seed number. Li-chu-tzae and VB313 were not adaptable in fall crop season. Oil content slightly varied among genotypes. Higher protein content was found in Spanish type than in Virginia type. Peanuts grown in 30 cm of space-in-row had higher pod and seed weight and number per plant than those in 10cm of space-in-row. However, peanuts grown in 10cm of space-in-row had significantly higher pod and seed yield per hectare than those in 30cm of space-in-row. Lowest pod and seed yield, oil and protein content were found in the earliest harvested peanuts and in the spring season. The results showed that 108~115 days after first blooming stage in spring or 90~97 days after first blooming stage in fall is the most appropriate harvest date.

Key words: Peanut (*Arachis hypogaea* L.), Genotype, Population density, Harvest date.

---

1. Contribution No. 1894 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Junior Specialist, Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government, ROC.
3. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：132～141（1997）

不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生莢果成熟度的影響[1]

呂坤泉[2]　葉茂生[3]　楊金興[4]　盧煌勝[4]

摘要：本試驗採用四個落花生基因型，包括Spanish type 的臺南11號及臺農6號與 Virginia type 的立枝仔及 VB313 爲材料，分別於1995年春作及秋作種植於臺灣省農業試驗所之試驗農場，栽培密度分成株距10公分及30公分二種，於莢果生育期間分六次取樣調查，以探討不同收穫期對落花生莢果成熟度之影響，期瞭解臺灣目前落花生主要栽培品種之最適收穫期，以提供落花生栽培及育種改進之參考。試驗結果，四個基因型均以愈接近地面之分枝所結莢果愈多，尤以第一、二分枝莢數最多，上位分枝結莢之機率以立枝仔及 VB313 較高，所結莢果上位分枝不一定較下位分枝晚熟。單株莢果及籽粒數，以株距30公分之栽培情況下較多於10公分者。四個基因型落花生，不管春秋作，六次收穫期中，成熟莢數（合格莢）均不易達70%以上。依成熟莢果百分比觀之，臺南11號及臺農6號春作最適收穫期約爲始花後108—115天，秋作爲90—97天；立枝仔及VB313 春作最適收穫期爲始花後115天，秋作爲97天。

關鍵詞：落花生、基因型、收穫期、成熟度。

前　言

栽培種落花生依生長習性可分爲 Virginia、Spanish 及Valencia 三種植物型（botanical type），各型間在植株、莢果、種子性狀上皆有明顯之不同。Virginia type 屬於*hypogaea* 亞種，植株呈半立或匍匐性，主莖不開花，分枝數多且結果枝與營養枝交互分布於分枝上，成熟期晚，種子具休眠性，而莢果及籽粒較大，具高產潛能。臺灣栽培之 Virginia type 落花生常有籽粒不飽滿現象，影響產量及品質甚鉅，如目前於彰化及澎湖地區栽培之立枝仔、澎湖2號及澎湖3號。Valencia type 與 Spanish type 同屬於*fastigiata*亞種，植株均呈直立性，分枝數較少，約有4枝，主莖分枝均可開花，成熟期較早，種子不具休眠性[7,9,10,11,19]。Spanish type 莢果及籽粒均較小且多爲兩粒型，臺灣栽培品種均以此型爲主，如臺南選9號、臺南11號及臺農6號等。Valencia type 莢果較長且多爲多粒莢型，目前臺灣無此型之推廣品種[3]。

落花生屬無限生長型作物，開花期長，莢果成熟不一致，適時收穫，其產量及品質均較佳。通常成熟莢果約在60—80%時即爲收穫適期，惟因品種不同而異，一般之 Virginia type 大粒品種成熟莢果比率較低，Spanish 及 Valencia type 之小粒品種較高[5,8]。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1895號。
2. 臺灣省政府農林廳技士。臺灣省　南投縣　中興新村。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。
4. 臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

落花生植株型態及莢果籽粒性狀在品種間具有相當大之差異，適合之栽培行株距，可獲得最高產量及品質。一般植株直立性者比半立性或匍匐性者較適合密植栽培(4,12,13,15)。落花生收穫期之適當與否，與產量及品質關係至爲密切，國內適當收穫期之研究報告極少，花生農往往憑經驗或市場價格及耕作需要，以決定花生收穫期，因此甚難獲得高產、質優之花生莢果、籽粒。因此本試驗主要目的乃在探討不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生莢果成熟度之影響，供落花生栽培時決定最適採收期及育種改進之參考。

材料與方法

一、材　料

本試驗以臺南11號（Tainan 11）及臺農 6 號（Tainung 6）2個 Spanish type 與 VB313 及立枝仔（Li-chu-tzae）2個 Virginia type 落花生爲材料。

二、方　法

(一)栽培方法

於1995年春作（2月10日）及秋作（8月24日）分別種植於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田。4個基因型與2個株距（10cm及30cm）組合成8個處理作爲主區，採逢機完全區集設計，3重複，並以收穫期爲副區，兩行作畦栽培，畦寬90cm，行長5.1m，每小區種6畦，田間生育管理，採用一般慣行方法。

(二)取樣調查

1. 春作始花後80天，秋作始花後62天，開始每隔7天計分6次取樣，春作分別於6月19日、26日、7月3日、10日、17日及24日取樣一次；秋作分別於11月20日、27日、12月4日、11日、18日、25日各取樣一次，分別以H1、H2、H3、H4、H5、H6爲代號。
2. 每期作自各小區逢機取樣10株調查，由試驗田取得的樣品經水洗後調查各單株不同成熟度之莢果分布。
3. 落花生莢果、籽粒發育階段之分期標準，依 Pattee *et al.* (1974) 之方法爲之，其籽粒成熟等級共分14期，自第8期（S8）以上之莢果始具經濟價值。

結果與討論

一、春作株距10cm之莢果成熟期分布

1995年春作株距10cm四個基因型六個收穫期單株上不同成熟等級之莢果分布情形列於表 1。臺南11號在H1收穫時之莢數合計38莢，其中8～12期（合格莢）有14莢（37%），1～7期24莢（63%）。H2之莢數合計35莢，其中8～12期只有16莢（46%），1～7期19莢（54%）。H3之莢數合計29莢，其中8～13期有14莢（48%），1～7期15莢（52%）。H4之莢數合計33莢，其中8～13期有21莢（64%），1～7期12莢（36%）。H5之莢數合計27莢，其中8～14期17莢（64%），1～5期10莢（36%）。H6之莢數合計有24莢，其中8～14期16莢（67%），1～7期8莢（33%）。

臺農6號在H1收穫時之莢數合計25莢，其中8～12期有10莢（40%），1～7期有15莢（60%）。H2之莢數合計32莢，其中8～12期有11莢（34%），1～6期有21莢（66%）。H3之莢數合計20莢，其中8～13期有7莢（35%），1～7期有13莢（65%）。H4之莢數合計27莢，其中8～14期有12莢（44%），1～7期有15莢（56%）。H5之莢數合計有30莢，其中8～14期有14莢（47%），1～6期有16莢（53%）。H6之結莢數合計26莢，其中8～14期有17莢（65%），3～7期9莢（35%）。

立枝仔在 H1 收穫時之結莢數合計29莢，其中8～13期有11莢（38%），1～7期有18莢（62%）。H2之結莢數合計有28莢，其中8～12期有11莢（39%），1～6期17莢（61%）。H3之結莢數合計

有28莢，其中8～13期有9莢（32%），1～5期19莢（68%）。H4之結莢數合計有35莢，其中8～14期有14莢（40%），1～7期有21莢（60%）。H5之結莢數合計有31莢，其中8～14期12莢（39%），1～7期19莢（61%）。H6之結莢數合計37莢，其中8～13期有16莢（43%），1～7期21莢（57%）。

VB313在H1收穫時之結莢數合計22莢，其中9～12期有8莢（36%），1～7期有14莢（64%）。H2之結莢數合計有24莢，其中8～11期有10莢（42%），1～7期14莢（58%）。H3之結莢數合計有27莢，其中8～14期11莢（41%），1～7期16莢（59%）。H4之結莢數合計有24莢，其中10～14期有12莢（50%），1～7期有12莢（50%）。H5之結莢數合計有21莢，其中8～13期有12莢（57%），1～6期9莢（43%）。H6之結莢數合計25莢，其中8～14期有17莢（68%），1～7期8莢（32%）。

表 1. 春作株距10cm四個基因型六個收穫期單株上不同成熟度之莢果分布

Table 1. Frequency distribution of pod stage for six harvest dates of four peanut genotypes grown in 10cm of space-in-row in the spring.

Genotype	Harvest[z] date	Pod stage														Total (pods/plant)	Below stage 7		Above stage 8	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		Pod no.	%	Pod no.	%
Tainan 11	H1	7	1	5	5	3		3	2	3	4	4	1			38	24	63	14	37
	H2	6	2	5	5			1	2	1	2	3	2	6		35	19	54	16	46
	H3	10	1			1	1	2	3	1	5	2	2	1		29	15	52	14	48
	H4	6		1	2	3			3	3	3	4	7	1		33	12	36	21	64
	H5	6		2	1			1	3		3	2	8		1	27	10	36	17	64
	H6	3		2	1		1	1	5	3	1	4	3			24	8	33	16	67
Tainung 6	H1	4		4	2		3	2	4	2	1	2	1			25	15	60	10	40
	H2	8		6	2	3	2		2	1	4	3	1			32	21	66	11	34
	H3	1	2		2	1	1	6	2		1	1	2	1		20	13	65	7	35
	H4	5	5	1			2	2	3		3	3		2	1	27	15	56	12	44
	H5	5			4	6	1		5	2		1	5		1	30	16	53	14	47
	H6			1		1	2	5	3	3		1	8	1	1	26	9	35	17	65
Li-chu-tzae	H1	9		1	2		2	4	5		2	1	2	1		29	18	62	11	38
	H2	8		6		1	2		3	3	1	2	2			28	17	61	11	39
	H3	8		7	2	2			2		2	1	2	2		28	19	68	9	32
	H4	13	1		1		2	4	4	2		1		2	5	35	21	60	14	40
	H5	10			4	2	1	2	1		1		6	2	2	31	19	61	12	39
	H6	10	1	3		3	2	2	1	3	3	1	4	4		37	21	57	16	43
VB 313	H1	5		2	4		2	1		3	1	2	2			22	14	64	8	36
	H2	5		5		2		2	4	2	2	2				24	14	58	10	42
	H3	11			1	4	2	1	2		1	1	2	2	3	27	16	59	11	41
	H4	6	1	3				2			4	2	1	1	4	24	12	50	12	50
	H5	6	1				2		3	4		1	3	1		21	9	43	12	57
	H6	8							6	1	1	1	5	1	2	25	8	32	17	68

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 80 days after first blooming stage.

二、春作株距30cm之莢果成熟期分佈

1995年春作株距30cm四個基因型在六個收穫期單株上不同成熟期之莢果分布情形列於表2。臺南11號在H1收穫時之結莢數合計31莢，其中8～12期有15莢（48%），1～7期有16莢（52%）。H2之結莢數合計有35莢，其中8～13期12莢（34%），1～7期23莢（66%）。H3之結莢數合計有36莢，其

中8～12期22莢（61%），1～7期14莢（39%）。H4之結莢數合計有35莢，其中8～13期23莢（66%），1～6期12莢（34%）。H5之結莢數合計有43莢，其中8～14期25莢（58%），1～7期18莢（42%）。H6之結莢數合計有40莢，其中8～14期18莢（45%），1～7期22莢（55%）。

表 2. 春作株距30cm四個落花生基因型六個收穫期單株上不同成熟度之莢果分布

Table 2. Frequency distribution of pod stage for six harvest dates of four peanut genotypes grown in 30cm of space-in-row in the spring.

Genotype	Harvest[z] date	Pod stage														Total (pods/ plant)	Below stage 7		Above stage 8	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		Pod no.	%	Pod no.	%
Tainan 11	H1	4	1	3		2	2	4	6	2	2	1	4			31	16	52	15	48
	H2	8	1	3		2	5	4	3	1	2	3	1	2		35	23	66	12	34
	H3	6		2		1	1	4	2	3	5	4	8			36	14	39	22	61
	H4	3	2	1		3	3		2	4	6	4	4	3		35	12	34	23	66
	H5	11	1		1	3	1	1	5	4			10	2	4	43	18	42	25	58
	H6	11		3	2	2	1	3	3		1	2	8	1	3	40	22	55	18	45
Tainung 6	H1	10		3		2	1		4	3	2	3	1			29	16	55	13	45
	H2	11	2		3	3		2	2	3	2	2	2			32	21	66	11	34
	H3	3			1	7		4			4	1	4	1		25	15	60	10	40
	H4	2	1		4	8	1	1		5	3	1	2	3	4	35	17	49	18	51
	H5	6	3	4	2		2		5	6		2	4	1	2	37	17	46	20	54
	H6	3		2	2	6	2	1	1	2	1	4	2	9	1	36	16	44	20	56
Li-chu-tzae	H1	7	2		7	3		3		4	3	2	2	1		34	22	65	12	35
	H2	12	2	7		2	4		8	3	3	2	1			44	27	61	17	39
	H3	12	2				3			2	4	1	1		3	28	17	61	11	39
	H4	22	1		1			1		2	2	1	3	1	7	41	25	61	16	39
	H5	9				3	4	3	5		5	2	4	1	3	39	19	49	20	51
	H6	12	1	3	7	3		1	4	5	2		4	3	4	49	27	51	22	49
VB 313	H1	7		6	2		5	3	4			2	3			32	23	72	9	28
	H2	4		4		2	1	3	6	3	2		3	1		29	14	49	15	51
	H3	16		1		2		1	2	4			4	3	5	38	20	53	18	47
	H4	9	1		1		4	5	2	4	6	3	2	2		39	20	51	19	49
	H5	8	2	4	5	2	2	1	6	2		3	5	3	6	49	24	49	25	51
	H6	14	3		2	1	1	2	4	3			8	6	3	47	23	49	24	51

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 80 days after first blooming stage.

臺農6號在H1收穫時之結莢數合計29莢，其中8～12期有13莢（45%），1～6期有16莢（55%）。H2之結莢數合計有32莢，其中8～12期有11莢（34%），1～7期21莢（66%）。H3之結莢數合計有25莢。其中10～13期10莢（40%），1～7期15莢（60%）。H4之結莢數合計有35莢，其中9～14期18莢（51%），1～7期17莢（49%）。H5之結莢數合計有37莢，其中8～14期20莢（54%），1～6期17莢（46%）。H6之結莢數合計36莢，其中8～14期有20莢（56%），1～7期16莢（44%）、

立枝仔在H1收穫時之結莢數合計34莢，其中9～13期12莢（35%），1～7期有22莢（65%）。H2之結莢數合計有44莢，其中8～12期17莢（39%），1～6期27莢（61%）。H3之結莢數合計有28莢，其中9～14期11莢（39%），1～6期17莢（61%）。H4之結莢數合計有41莢，其中9～14期16莢（39%），1～7期25莢（61%）。H5之結莢數合計有39莢，其中8～14期20莢（51%），1～7期19莢

(49%)。H6之結莢數合計有49莢，其中8～14期22莢（49%），1～7期27莢（51%）。

VB313在H1收穫時之結莢數合計32莢，其中8～12期9莢（28%），1～7期有23莢（72%）。H2之結莢數合計有29莢，其中8～13期15莢（51%），1～7期有14莢（49%）。H3之結莢數合計有38莢，其中8～14期18莢（47%），1～7期有20莢（53%）。H4之結莢數合計有39莢，其中8～13期19莢（49%），1～7期有20莢（51%）。H5之結莢數合計有49莢，其中8～14期25莢（51%），1～7期有24莢（49%）。H6之結莢數合計有47莢，其中8～14期24莢（51%），1～7期有23莢（49%）。

三、秋作株距10cm之莢果成熟期分佈

1995年秋作株距10cm四個基因型在六個收穫期單株上不同成熟期之莢果分布如表2。臺南11號在H1收穫時之結莢數合計43莢，其中10～12期有16莢（37%），1～7期有27莢（63%）。H2之結莢數合計40莢，其中8～12期17莢（43%），1～6期23莢（57%）。H3之結莢數合計有29莢，其中8～12期14莢（48%），1～6期15莢（52%）。H4之結莢數合計有27莢，其中8～12期16莢（59%），1～7期11莢（41%）。H5之結莢數合計有25莢，其中8～13期14莢（56%），1～6期11莢（44%）。H6之結莢數合計有32莢，其中8～14期23莢（72%），1～7期9莢（28%）。

表 3. 秋作株距10cm四個落花生基因型六個收穫期單株上不同成熟度之莢果分布

Table 3. Frequency distribution of pod stage for six harvest dates of four peanut genotypes grown in 10cm of space-in-row in the spring.

Genotype	Harvest[z] date	Pod stage														Total (pods/ plant)	Below stage 7		Above stage 8	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		Pod no.	%	Pod no.	%
Tainan 11	H1	11		8	6			2			3	2	11			43	27	63	16	37
	H2	11	1	3	6		2		1	4	5	3	4			40	23	57	17	43
	H3	8			6		1		2	1	3	2	6			29	15	52	14	48
	H4	3			3	2	2	1	2		9	3	2			27	11	41	16	59
	H5	4		1	5		1		2	3	2	2	4	1		25	11	44	14	56
	H6	3			4		1	1	2		5	6	9		1	32	9	28	23	72
Tainung 6	H1	10			7	2	5	1	1	1		1	5			33	25	76	8	24
	H2	7		5	5	1		1	5		3	1	2			30	19	63	11	37
	H3	12					4	2	1	3	5		5			32	18	56	14	44
	H4	8			3	4	3	1	3		4	3	2			31	19	61	12	39
	H5	4			8	3	1		4	1	4	4				29	16	55	13	45
	H6	6			8	3		1	3	2		1	1	2	7	34	18	53	16	47
Li-chu-tzae	H1	4		2	4	3	5	2	3	2	1		1			27	20	74	7	26
	H2	16		2			3			2	2	1	4			30	21	70	9	30
	H3	17		2	1			4			1	2	5			32	24	75	8	25
	H4	6			9		1		5	1	6	2	2		1	33	16	48	17	52
	H5	6			3	1		4	3	3	4	1				25	14	56	11	44
	H6	3			5	1	1	1	2	1		6	2		1	23	11	48	12	52
VB 313	H1	11	1	2	1		3	9	2	1	2					32	27	84	5	16
	H2	19		6	2	1	6	5	4	2						45	39	87	6	13
	H3	17		5	14	4		1	3	1	2					48	42	86	6	14
	H4	15		2	6		1	1	5	1	2					33	25	76	8	24
	H5	17		2	13		4	1	8	1		1				47	37	79	10	21
	H6	4			12	1	6	3	10	5			1			42	26	62	16	38

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 80 days after first blooming stage.

臺農6號在H1收穫時之結莢數合計33莢，其中8～12期8莢（24%），1～7期有25莢（76%）。H2之結莢數合計有30莢，其中8～12期有11莢（37%），1～7期19莢（63%）。H3之結莢數合計有32莢。其中8～12期14莢（44%），1～7期18莢（56%）。H4之結莢數合計有31莢，其中8～12期12莢（39%），1～7期19莢（61%）。H5之結莢數合計有29莢，其中8～11期13莢（45%），1～6期16莢（55%）。H6之結莢數合計34莢，其中8～14期有16莢（47%），1～7期18莢（53%）。

立枝仔在H1收穫時之結莢數合計27莢，其中8～12期7莢（26%），1～7期有20莢（74%）。H2之結莢數合計30莢，其中9～12期9莢（30%），1～6期21莢（70%）。H3之結莢數合計33莢，其中8～12期8莢（25%），1～7期24莢（75%）。H4之結莢數合計33莢，其中8～14期17莢（52%），1～7期16莢（48%）。H5之結莢數合計25莢，其中8～11期11莢（44%），1～7期14莢（56%）。H6之結莢數合計23莢，其中8～14期12莢（52%），1～7期11莢（48%）。

VB313在H1收穫時之結莢數合計32莢，其中8～10期5莢（16%），1～7期27莢（84%）。H2之結莢數合計45莢，其中8～9期6莢（13%），1～7期39莢（87%）。H3之結莢數合計48莢，其中8～10期6莢（14%），1～7期42莢（86%）。H4之結莢數合計33莢，其中8～10期8莢（24%），1～7期25莢（76%）。H5之結莢數合計47莢，其中8～11期10莢（21%），1～7期37莢（79%）。H6之結莢數合計42莢，其中8～12期16莢（38%），1～7期26莢（62%）。

四、秋作株距30cm之莢果成熟期分佈

1995年秋作株距30cm四個基因型在六個收穫期單株上不同成熟期之莢果分布如表4。臺南11號在H1收穫時之結莢數合計22莢，其中8～12期13莢（59%），1～6期9莢（41%）。H2之結莢數合計39莢，其中8～12期17莢（44%），1～7期22莢（56%）。H3之結莢數合計34莢，其中8～12期22莢（65%），1～6期12莢（35%）。H4之結莢數合計43莢，其中8～12期22莢（51%），1～6期21莢（49%）。H5之結莢數合計41莢，其中8～12期25莢（61%），1～7期16莢（39%）。H6之結莢數合計有41莢，其中8～14期25莢（61%），1～7期16莢（39%）。

臺農6號在H1收穫時之結莢數合計42莢，其中8～11期15莢（36%），1～7期27莢（64%）。H2之結莢數合計有42莢，其中9～12期有10莢（24%），1～6期32莢（76%）。H3之結莢數合計44莢。其中8～12期14莢（32%），1～6期30莢（68%）。H4之結莢數合計44莢，其中8～13期16莢（36%），1～7期28莢（64%）。H5之結莢數合計28莢，其中8～12期17莢（61%），1～7期11莢（39%）。H6之結莢數合計24莢，其中8～12期16莢（67%），1～7期8莢（33%）。

立枝仔在H1收穫時之結莢數合計35莢，其中8～10期14莢（40%），1～7期21莢（60%）。H2之結莢數合計48莢，其中8～12期11莢（23%），1～7期37莢（77%）。H3之結莢數合計有49莢，其中8～12期14莢（29%），1～7期35莢（71%）。H4之結莢數合計29莢，其中8～12期13莢（45%），1～7期16莢（55%）。H5之結莢數合計34莢，其中8～12期16莢（47%），1～7期19莢（53%）。H6之結莢數合計24莢，其中8～12期14莢（58%），1～7期10莢（42%）。

VB313在H1收穫時之結莢數合計19莢，其中8～11期8莢（42%），1～6期11莢（58%）。H2之結莢數合計30莢，其中8～9期10莢（33%），1～7期20莢（67%）。H3之結莢數合計38莢，其中8～11期9莢（24%），1～6期29莢（76%）。H4之結莢數合計37莢，其中8～12期14莢（38%），1～7期23莢（62%）。H5之結莢數合計36莢，其中8～12期12莢（33%），1～6期有24莢（67%）。H6之結莢數合計36莢，其中8～12期15莢（42%），1～7期有21莢（58%）。

由以上調查結果顯示，不論 Spanish type 或 Virginia type，其成熟莢果百分比大致均以愈晚採收者愈高。相同期作及品種間相互比較不同株距下之單株莢果數目，除秋作之VB313 並不明顯外，本試驗中凡栽培株距10cm 之單株莢果數目均比30cm 者少。

表 4. 秋作株距30cm四個基因型落花生六個收穫期單株上不同成熟度之莢果分布

Table 4. Frequency distribution of pod stage for six harvest dates of four peanut genotypes grown in 30cm of space-in-row in the spring.

Genotype	Harvest[z] date	Pod stage														Total (pods/plant)	Below stage 7		Above stage 8	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		Pod no.	%	Pod no.	%
Tainan 11	H1	1			4	1	3		8	3	1		1			22	9	41	13	59
	H2	7		3	3		4	5	3		2		12			39	22	56	17	44
	H3	2		1	3	3	3		1	1	2	6	12			34	12	35	22	65
	H4	7		1	9		4		5		8	1	8			43	21	49	22	51
	H5	3		5	6	1		1	7	4	5		9			41	16	39	25	61
	H6	1		4	1	2	4	7	6	5		3	4	2	5	41	16	39	25	61
Tainung 6	H1	10		1	3	8	3	2	3	2	9	1				42	27	64	15	36
	H2	17		9	4		2			3	2	1	4			42	32	76	10	24
	H3	14		2	6	1	5	2	4	1	3	4	2			44	30	68	14	32
	H4	17		7	1	1		2	2	6	2		5	1		44	28	64	16	36
	H5	3			4	2	1	1	7	2	4		4			28	11	39	17	61
	H6	2			1	1	1	3	6	1		2	7			24	8	33	16	67
Li-chu-tzae	H1	2		8	6	2	1	2	7	6	1					35	21	60	14	40
	H2	15		6	12	2	1	1	5	4		1	1			48	37	77	11	23
	H3	16	1	1	8	6	2	1	5	4	1	2	2			49	35	71	14	29
	H4	5			9		1	1	2	3	4	2	2			29	16	55	13	45
	H5	7			10			1	8	1	1		6			34	18	53	16	47
	H6	4			5			1	9		2	1	2			24	10	42	14	58
VB 313	H1	5			3	1	2		2	1	4	1				19	11	58	8	42
	H2	3	1	7			1	8	9	1						30	20	67	10	33
	H3	12			13	2	2		4	3	1	1				38	29	76	9	24
	H4	5		3	9		3	3	3	4	5	2				37	23	62	14	38
	H5	16			6	1	1		8	1	1	1	1			36	24	67	12	33
	H6	7		4	5		3	2	5	4	2	3	1			36	21	58	15	42

[z] Harvested at six 7-day intervals beginning at 80 days after first blooming stage.

在春作密植之情況下，不管是 Spanish type 或 Virginia type，均有愈晚收穫合格莢數及合格莢比例愈高之趨勢，唯落花生單株間變異頗大，加上取樣誤差所致，在每一收穫期之莢數變化，並非十分規則穩定，不過，大致而言，臺南11號以H4之合格莢數最多（21），佔總莢數（33）之64%；以後單株莢數略減（27及24莢）成熟莢數比率漸趨一致，或許後期收穫部分莢果已因過熟而脫落，無法收取，致單株莢數減少。臺農 6 號則以H4及H5之合格莢數（12—17）較多，分別佔總莢數之44—65%，收穫期似以此際較佳。據黃[2]研究結果指出，小粒種（Spanish type）愈晚收穫之粒重與莢重愈高，但小粒種之種子不具休眠性，因此愈晚收穫，部分成熟莢易在土壤中發芽而導致減產。立枝仔於H6之合格莢數（16）最多，佔總莢數之43%；VB313亦以h6之合格莢數最多（17莢），佔總數之68%。

春作疏植時，Spanish type 之臺南11號於H3及H4之合格莢數分別佔總莢數之61及66%，顯示臺南11號在疏植時，植株生育較旺盛，且競爭較少，莢果生育可較早達合格標準；臺農6號亦自H4之合格莢數增進最多，佔總莢數之51%，與臺南11號有相同之趨勢。Virginia type之成熟莢果分布與Spanish type 較爲不同，以立枝仔而言，其 H5時，合格莢才達高峰51%，VB313 雖在 H2達51%

，但總莢數（29）及合格莢數（15）似乎不高，以經濟利益考量，仍以H5及H6收穫最爲理想（約爲51%）。

秋作密植栽培時，臺南11號以 H6之莢數（23莢）最多，佔總莢數之72%；臺南6號亦以H6之莢數（16莢）最多，佔總莢數之47%，據李與侯[1]研究指出，臺南11號在秋作之莢果有效充實期較長，至生育後期，莢果仍繼續充實，因此較晚收穫之合格莢數較多，本試驗中臺南11號及臺農6號所得結果亦相同。對 Virginia type 品種而言，均以 H6收穫之合格莢數比率最高，其中立枝仔爲52%，VB313爲38%。

秋作疏植時，臺南11號六次收穫之合格莢比例均高（44—65%），然合格莢數在較早收穫期仍低，至H5則趨於穩定。臺農6號在秋作疏植之情形與臺南11號略有不同，自H1至H6收穫期，以總莢數而言，臺南11號呈遞增的趨勢，臺農6號至H5、H6已開始遞減；而合格莢數，約每一收穫期臺南11號均高於臺農6號；停止增加的時期，臺南11號在H5收穫期，而臺農6號在H4收穫期已停滯。據李與侯[1]研究結果指出，臺南11號在秋作莢果充實期間，現行同化產物始終超過莢果發育所需，因此，如何利用栽培方法延緩植株老化，或選育抗老化品種也許是落花生增產的另一途徑。Virginia type 之立枝仔及 VB313，其合格莢比例，大致仍以愈晚採收者愈高。本研究發現不管Spanish type 或 Virginia type，愈接近地面之分枝（子葉二分枝），所結莢果均愈多，越上位之分枝其結果數量即越少；每一參試品種自第一至第九分枝均會結莢果，但上位分枝結莢果之機率，仍以 Virginia type 較高。Spanish type 之主莖會結莢果，而 Virginia type 之品種則否，此與Gibbons *et al.*[7]及 Gregory *et al.*[9]試驗結果相同。本試驗中也發現，上位分枝所結之莢果，其成熟度不一定比下位分枝所結之莢果晚熟，其莢果成熟順序，並無一定脈絡可循。四個基因型在春秋作栽培，六次收穫期中其成熟莢數（具經濟價值之莢果，即S8以上）要達到70%以上，都非常不容易。

Davidson *et al.*[6]探討落花生籽粒大小分布之機率，結果指出，落花生籽粒之成熟度影響其大小分布，成熟度高之籽粒較大，且其平均標準偏差較小，意即其間之變異較小。Knauft *et al.*[14]評估13個不同品種間成熟時籽粒大小之變化，結果發現有的品種在不同地區及不同年分栽培，其籽粒大小均整齊一致，有些品種於不同地區栽培時，其籽粒則因年分不同而有變化，且大粒種籽粒整齊度變化較大。Williams *et al.*[18]探討 Florunner 品種落花生自播種後92—145天之莢果成熟度與株齡對莢果及籽粒大小之分布結果指出：籽粒大小之平均值隨著生育日數而快速增加，至播種後120天，增加速率漸緩，亦即籽粒大小，隨著收穫期之延後，其變異幅度變小，莢果之大小則變異較大，隨著生育日數之增加，每一成熟等級（class）中、小莢所佔之比率增加。落花生商品上同級之籽粒，事實上成熟度存有差異，其籽粒之成熟度與品質關係密切，而且不同栽培環境（如土壤、溫度）與栽培方法（如灌溉與否），均明顯影響成熟度等級之籽粒大小分布[17]。臺灣落花生栽培品種漸漸趨向大籽粒發展，成熟期亦有較晚熟現象，在目前春秋兩期作栽培制度下，可能影響籽粒成熟度而造成產量及品質無法提高，這是值得考慮之問題。

引用文獻

1. 李瑞興、侯金日。1994。不同栽植密度對大小粒型落花生品種生長特性之影響。嘉義農專學報37:1－18。
2. 黃明得。1976。籽粒成熟度對落花生產量油份及品質之影響。雜作簡報17：93－101。
3. 楊金興、曾富生、曹文隆、盧煌勝。1991。落花生型間雜交後裔莢果及籽粒性狀之遺傳研究。中華農業研究40(4): 375－384。
4. Alexander, M. W. 1970. The relationship of growth habit and row pattern on yield and market grade of three Virginia peanuts. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc.2:134.
5. Boote, K. J. 1982. Growth stage of peanut (*Arachis hypogaea* L.).Peanut Sci. 9:35－40.

6. Davidson. J. I., P. D. Blankenship, and V. Chew. 1978. Probability distributions of peanut seed size. Peanut Sci. 5:91−96.

7. Gibbons, R. W., A. H. Bunting, and J. Smartt. 1972. The classification of varieties of groundnut(*Arachis hypogaea* L.). Euphytica 21:78−85.

8. Gilman, D. F. and O. D. Smith. 1977. Internal pericarp color as a subjective maturity index for peanut breeding. Peanut Sci.4:67−70.

9. Gregory, W. C., A. Krapovickas, and M. P. Gregory. 1980. Structure variation, evolution, and classification in *Arachis*. pp. 469−481. *In:*Summerfield, R. J. and A. H. Bunting (eds). Advanced in Legume Science. Royal Botanic Gardens, Kew. Uk.

10. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea*. pp. 135−173. *In:*Peanuts−Culture and Uses. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla.

11. Isleib, T. G., and J. C. Wynne. 1983. F4 bulk testing in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23:841−846.

12. Jaaffar, Z., and F. P. Gardner. 1988. Canopy development, yield, and market quality as affected by genotype and planting pattern. Crop Sci. 28:299−305.

13. Knauft, D. A., A. J. Norden, and N. F. Beninati. 1981. Effects of intrarow spacing on yield and market quality of peanut(*Arachis hypogaea* L.) genotypes. Peanut Sci. 8:110-112.

14. Knauft, D. A., D. W. Gorbet, and F. G. Martin. 1991. Variation in seed size uniformity among peanut genotypes. Crop Sci. 31:1324−1327.

15. Norden. A. J., and R. W. Lipscomb. 1974. Influence of plant growth habit on peanut production in narrow rows. Crop Sci. 14:454−457.

16. Pattee, H. E., E. B. Johns, J. A. Singleton, and T. H. Sanders. 1974. Composition changes of peanut fruit parts during maturation. Peanut Sci. 1:57−62.

17. Sanders. T. H. 1989. Maturity distribution in commercially sized florunner peanut. Peanut Sci. 16:91−95.

18. Williams, E. J., G. O. Ware, J. Y. Lai, and J. S. Drexler. 1987. Effect of pod maturity and plant age on pod and seed size distributoins of florunner peanuts. Peanut Sci. 14:79−83.

19. Wynne J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. 1970. Combining ability estimates in *Arachis hypogaa* L. II. Field performance of F1 hybrids. Crop Sci. 10:713−715.

46-2-3

Effects of Genotype, Population Density and Harvest Date on Pod Maturity of Peanut[1]

Kun-Chuan Lu[2], Mau-Shing Yeh[3], Kin-Hsing Yang[4] and Hung-Shung Lu[4]

Summary

To study the effects of harvest date on pod maturity of peanut, two Spanish type(TN 11 and TNG 6)and two Virginia type(Li-chu-tzae and VB313)peanut genotypes were grown with two space-in-rows in the field of the Taiwan Agricultural Research Institute in the spring and fall crop seasons of 1995. The first and second branches of peanuts set more pods than any of other branches. More pods set at the upper branches of Virginia type than those of Spanish type. Due to growth habits, some upper pods might have earlier maturity than that of lower pods. Peanuts grown in 30 cm of space-in-row had more pods per plant than those in 10 cm of space-in-row. The ratio of maturing pods were usually less than 70 % in these four genotypes grown in both spring and fall crop seasons. For the Spanish type peanuts, 108-115 days after first blooming stage in spring or 90-97 days after first blooming stage in fall is the most appropriate harvest date. As for the Virginia type peanuts, the most appropriate harvest date is about 115 days and 97 days after first blooming stage in spring and fall, respectively.

Key words : Peanut(*Arachis hypogaea* L.),Genotype, Harvest date, Maturation.

---

1. Contribution No. 1895 from Taiwan Agricultural Reseach Institute.
2. Junior Specialist, Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government, ROC.
3. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：142～157（1997）

香菇新雜交品系「臺農一號」[1]

廖 英 明[2]

摘要：香菇「臺農一號」係於1986年以段木栽培品系SL19與木屑包栽培品系271雜交而來。該品系由許多雜交品系中篩選而來，經過1987～1988進行品種比較試驗，1989～1990進行區域試驗及1991～1994進行大規模之栽培試驗後，顯示其具有經濟栽培之價值，並於1996年3月經農林廳命名審查通過。正式命名為「臺農一號」，商品名稱爲「白早」及「紅殼」。本品系菇體中型圓整，柄短且肉厚，極易形成花菇，乾燥比爲1：9—10，每萬包可生產328～342公斤之鮮菇。栽培時菌絲生長勢強，不易爛包，菇體耐貯存及不易變色，是作爲鮮銷用之良好品系。

關鍵詞：香菇、雜交、品系。

前 言

香菇是本省目前食用菇類中最重要的一種，年產値在20億臺幣以上，居食用菇之冠。其栽培方式有段木栽培及木屑包栽培兩種，段木栽培方面由於原木短缺及工資上揚，以致栽培量及規模減少很多[1,2,3,5,11,15]，而木屑包（太空包）栽培已成爲香菇栽培之主要方式[4,6,7,8,9,10,12]。目前本省香菇木屑包栽培主要集中在南投縣及臺中縣。這二個縣份所之栽培量佔全量之90%以上，而南投縣之埔里鎮、魚池鄉及臺中縣之新社鄉更是主要產區。本省使用之品系以271爲主，其他尙有早生種、森465、日農5號、中興一號、中興八號、中興五號，均爲日本品系，各有其優缺點，而穩定性尙有不足[9,12,16]，因此農業試驗所在農委會之補助下從事香菇品系之改良工作，從許多雜交體中選出M290（SL19×271）菌系，經過長期試種試驗及農民之實際大面積栽培中發現其具有栽培上之經濟效益。

由於鮮銷市場日益擴張，消費市場對於鮮菇需求量漸漸加大，因此如何選育優良而可供鮮銷用的香菇品種是較爲迫切的。本試驗之目標即在利用育種方法，得到適合本省不同海拔地區栽培之優良鮮銷用品種，以增加農民在品種上選擇之機會，進而增加農民收益。

材料與方法

一、親本來源及特性

(一)SL19：係本所於1986年（民國75年）由日本引進之栽培種森465與由日本引進之秋山品系A567，雜交所得之雜交種，供爲段木栽培之用。其特性爲在10～24°C產生子實體，中葉厚肉，子實體淡茶褐色，質地良好且易產生花菇。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1896號。
2. 本所植物病理系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

(二)271：爲目前本省木屑包栽培之主要品種，源自日本之明治1303系統，經本省馴化栽培而得。其子實體爲大型，出菇能力強，出菇溫度爲12～25°C，其出菇量多，步留亦高，但其缺點不耐高溫及濕度太高時易產生爛包。

二、育成方法及經過

(一)育種方法：利用布勒（Buller）氏之雙單核雜交法[4,13,14]。

(二)單胞分離、雜交及產量、特性比較之流程：

SL19 —雜交體 / 1986年於埔里栽培→ 保存於低溫石臘油 ┐

271 —1986年於新社鄉栽培→ 由子實體分離單胞並選出生長特異之單胞保存 ┘

× 布勒氏法→ 雙單核雜交（1987年）

雜交異核體 —低溫處理試驗 / 生長勢及菌種瓶培養試驗→ 連續五次移植 —穩定異核體 / 1987～1988年→

產量特性比較試驗 —1988～1990年→ 第一次區域性試驗 —1991～1992年→ 第二次區域試驗

—1992～1993年→ 第三次區域性試驗 —1993～1994年→完成試驗

1986年間本所有感於當時栽培之香菇木屑包品系有易爛包及品質不良如菇肉薄，不易形成花菇及口感不佳等現象，有待改進，於是在農委會之經費補助下進行香菇品系改良工作。於1987年利用布勒氏之雙、單核雜交法進行不同品種間之雜交（各品種之特性如表1），經過室內之各種培養特性及生理試驗等篩選後，選出12個雜交體（如表2），並進行試種及產量比較試驗。在其中選出四種較優良之雜交體（如表3）進行不同地區之產量試驗，經試驗結果發現不管是1989年間在霧峰地區及1990年在新社地區之栽培均顯示其中之SL19×271雜交體均優於其他組合，且有不易爛包，質優及易產生花菇之特性。於是在1991～1992年間進行第一次區域試驗，地區包括臺中縣之霧峰鄉、新社鄉及南投縣之魚池鄉及埔里鎮。其結果顯示水源足、濕度高之地區（如魚池鄉）其栽培成果較好，但在其他地區亦具備大量栽培之條件。而在第二次（1992～1993年）及第三次（1993～1994年）之區域栽培顯示其生產量已獲提高，顯示本雜交體在栽培技術上已趨於穩定及得到改善。而由以上之育種試驗及栽培過程可知，申請命名之香菇品系SL19×217已在近10年間經過雜交育種，產量比較篩選及不同地區之栽培比較試驗之過程，而可符合地區性栽培之條件。

三、方　　法

(一)單胞菌株之分離：自民國1986年在埔里及新社地區進行現有栽培品種計有中興一號，中興五號，271、SL19及早生種等之栽培，這些品種之特性等列於表1。並由其子實體以稀釋平板法在PDA 中培養，切取已發芽之單核菌絲[4,13]，每品種各取100個單核菌絲分別培養供育種之用。而以英文字母 W,L,M,E,C 分別代表雙核體中之中興一號，271，SL19，早生種及中興五號。

表 1. 本育種試驗所使用之育種材料品種特性表
Table 1. The source of materials used in this experiment.

品種代號	來　源	特　性
中興一號	日本森W4系統	菇型大，柄長，耐高溫，低溫時不易出菇。
中興五號	日本森465系統	菇型中型，柄長，耐高溫，低溫時不易出菇。
271	日本明治1303系統	出菇能力強，高產，不耐高溫。
SL19	日本森465與秋山A567之雜交種	段木栽培用，易產生花菇，厚肉，中型。
早生種	日本富士303系統	栽培期短，菇期不集中，不耐高溫。

(二)雙、單核菌絲之雜交：每品種選取有特異或生長勢強之單核菌絲各50個，利用布勒（Buller）氏的方法，進行品種間之雜交，雜交時以 GMY 培養基進行，經培養三週後檢查扣子體。

(三)雜交體扣子體之檢查：挑取前項雜交體之菌絲，以0.1%methylene blue 染色，並在顯微鏡下檢查扣子體之形成情形，選取扣子體數在每四個平均視野（600x）下具有15個以上者，分別培養供試驗之用，（對照之271平均視野爲15個扣子體）。

(四)各雜交體之栽培試驗及成活率調查：由上項方法得到12個優良雜交體，將之移入木屑包中進行栽培試驗。木屑包以雜木屑爲材料，培養基配方爲米糠、粉頭與木屑之比爲1：1：10（w/w），水份調整爲60%，pH值以碳酸鈣調整爲5.5～6.0，此後之木屑包試驗均與本配方相同。

(五)區域試驗調查：分別在四個地區，即臺中縣之新社鄉，霧峰鄉及南投縣之魚池鄉、埔里鎭進行區域試驗。栽培數量各爲10萬包，共計進行三年，調查其產量及產量比，並與對照271比較。木屑包每包種1.6kg，含水量60%，使用之木屑爲雜木屑，配方如前所述。

(六)特性調查：

1. 爛包發生情形：分別於1989年及1990年調查2,000包木屑包之爛包發生情形，且於爛包發生後即丟棄以防重複感染，而爛包之計算包括嚴重污染包及腐爛包。
2. 貯存溫度對鮮菇品質之影響：爲瞭解本菌系在貯存時之特性，將其密封置於不同溫度（4,12,20及24°C）保存，藉調查其色澤，外形及氣味之變化來判別其貯存結果。試驗時以 PP 塑膠袋（大小36×60cm，厚度0.15mm），每袋裝 3 公斤鮮菇，密封保存，於不同時間取出觀察後再置回。
3. 花菇生產比例調查：調查一萬包木屑包採收 5 次後生產之乾燥子實體，分成不同等級，包括花菇（含天白及茶花多菇），多菇及香信，調查花菇所佔之比例。
4. 本品系之子實體與其他親本子實體之比較：調查500朶香菇子實體，比較本品系與其親本271及SL19之特性，如菌傘大小，菌褶間距，菌柄大小及生產量，乾燥率及產量比等。

(七)其他相關試驗：

1. 本品系在不同溫度之培養特性及原基體形成觀察：以直徑0.5cm之菌絲塊接種於 PDA 平板（內徑8.5cm），在不同培養時間（0,2,4,6,8,10天）量取菌落直徑。並記錄其存活情形，即將菌絲挑取培養於24°C恆溫箱，觀察其回復生長能力，以確定其存活。
2. 菌絲耐高溫試驗：將SL19，271及M290三個菌株，各以40支已長滿菌絲之試管置於不同溫度之水浴中10分鐘，然後取出移殖於新的 PDA 培養基中，觀察其存活情形，若無法在24°C經培養二星期後擴展其菌落，則視爲死亡。
3. 不同菌種材料對菌絲生長之影響：將本品系及271品系分別接種於麥粒培養基（500cc瓶內裝480g麥粒）及木屑培養基（500cc瓶內裝450g木屑培養基）在不同溫度（16,20及24°C）分

別培養28天，觀察其生長勢，生長勢（%）＝〔菌絲伸長長度（cm）／培養基高度（cm）〕×100%。

4. 不同栽培材料對菌絲生長之影響：依上項方法，將菌絲接種於容量爲500cc內裝450g培養基之菌種瓶中，接種後置於24°C培養28天，調查其生長勢，每處理四重複，每重複200瓶。

5. 培養基含水量對菌絲生長之影響：將菌絲分別接種於含有不同水份含量之1.6公斤木屑培養包中，其配方如前所述，按一般管理方法調查其乾重產量，存活率，生長勢，並與親本比較，共接種200包，以其平均值計算。

結果與討論

一、各雜交體之栽培試驗及成活率調查

在經過室內篩選結果選出生長勢強，木屑腐朽能力佳之12個雜交品系，接種於木屑培養基中，經過栽培試驗後，結果顯示其中四個雜交菌系（中興一號×早生-12，SL19×271-6，早生×SL19-4及中興五號×271-3）較爲優良，值得進行產量比較試驗（表2）。而其中之SL19×271-6則成活率高，產量亦與對照之271相近，乾重產量亦相似，是所有雜交菌系中最優良者。

表 2. 各雜交體之產量及成活率調查
Table 2. Yield and survival rate (%) of hybrids[z].

Isolate No.	Hybrid	yield (g/bag)		Surviral percentage (%)
		Fresh	Dry	
C280	CH5×271-4	66h[y]	7 fg	56
C289	CH5×271-3	212c	20 c	65
E23	ES×SL19-4	260b	25 b	70
E277	ES×271-12	160e	14 d	60
E289	ES×271-18	148e	12 e	45
L274	271×W1-2	83g	9 f	14
L278	271×W1-6	54I	4 g	33
L289	271×ES-18	148e	12 e	45
M22	SL19×ES-3	78g	8 f	28
M290	SL19×271-6	342a	32 a	93
W06	W1×ES-5	180d	14 d	70
W13	W1×ES-12	222c	21 c	82
	Control 271	344a	33 a	87

[z] The dry weight and fresh weight were based on survival bags.
[y] Data were based on the mean of 200 bags, and means within a columns, mean followed by the same letters are not significantly different (p=0.01) according to Duncan's multiple range test.

二、產量觀察試驗

由各雜交體中經栽培試驗結果選出四種較優良之雜交體（C289，E23，M290，W13），進行與271菌系之產量比較試驗。從1989年及1990年之不同地區產量試驗可知，SL19×271雜交體與對照271在產量上相近，但其他三個雜交體則產量上有明顯差異（表3），因此在未來之區域試驗及各項特性調查，則以SL19×271爲試驗菌系，並以代號M290表示之。

表 3. 第一次（1989年於霧峰鄉）及第二次（1990年於新社鄉）之產量試驗調查
Table 3. Investigation of yield on 1989 (Wu-Feng) and 1990 (Shin-Sheh)

Year	Isolate	yield (g/bag)		Yield ratio(%)[z]
		fresh	Dry	
1989	C289	218c[y]	20c[y]	1.25c[y]
	E23	240b	25b	1.56b
	M290	340a	30a	1.88a
	W13	212c	21c	1.31c
	271(control)	342a	31a	1.94a
1990	C289	204d	19c	1.19c
	E23	256b	24b	1.50b
	M290	346a	31a	1.94a
	W13	216c	20c	1.25c
	271(control)	348a	32a	2.00a

[z] Data were based on the ratio between dry weight of fruiting bodies and weight of bags.
[y] Data were based on the mean of 200 bags, and means within a columns, mean followed by the same letters are not significantly ddifferent (p=0.01) according to Duncan' s multiple range test.

三、區域試驗（1991～1994年）

(一)第一次區域試驗（1991～1992年）：

在不同地區(臺中縣霧峰鄉、新社鄉、南投縣埔里鎮、漁池鄉)進行區域試驗，其結果顯示海拔較高之地區栽培情形較好，而產量比則在1.8～2.03%，已可達經濟栽培之標準(表 4)。

表 4. 第一次不同地區之栽培試驗調查
Table 4. The first field production test (1991-'92)[z]

Location and elevation	Strain M290			Control strain 271		
	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)
Wu-feng 80m	0.1	2,880	1.80	0.1	3,160	1.97
Shin-sheh 400m	0.1	3,080	1.92	0.1	3,320	2.07
Pu-li 450m	0.1	3,240	2.03	0.1	2,865	1.79
Yu-chyr 600m	0.1	3,140	1.96	0.1	3,220	2.04

[z] Data were based on the ratio between dry weight of fruiting bodies and weight of bags.

(二)第二次區域試驗（1992～1993年）：

爲瞭解本品系在各栽培地區之穩定性，進行第二次區域試驗，觀察其生育情形及在當地栽培之可行性，結果顯示仍以高海拔地區較優良，但低海拔之霧峰地區亦可達到1.91%之產量比（表 5）表示若能予以適當之管理及補充水份則在平地仍可栽培。

表 5. 第二次不同地區之栽培試驗調查

Table 5. The second field production test (1992-'93)[z]

Location and elevation	Strain M290			Control strain 271		
	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)
Wu-feng 80m	0.1	3,056	1.91	0.1	3,072	1.92
Shin-sheh 400m	0.1	3,104	1.94	0.1	3,184	1.99
Pu-li 450m	0.1	3,280	2.05	0.1	3,264	2.04
Yu-chyr 600m	0.1	3,120	1.95	0.1	3,152	1.97

[z] Data were based on the ratio between dry weight of fruiting bodies and weight of bags.

(三)第三次區域性試驗（1993～1994年）：

由三次區域性試驗之綜合結果可知，本品系之栽培技術已獲提升，在第三次區域試驗其產量比在四處地區均達2.0%以上，均屬於高產情況（表6）。若未來在管理方面能更加成熟則產量可再予提高。同時調查亦發現菇體特性並未改變，且由此分離之組織體經培養後，在培養基上之特性亦與原來保存者相同，顯示本品系已趨於穩定。

表 6. 第三次不同地區之栽培試驗調查

Table 6. The third field production test (1993-'94)

Location and elevation	Strain M290			Control strain 271		
	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)	bags (million)	dry yield (kg)	yield ratio (%)
Wu-feng 80m	0.1	3,280	2.05	0.1	3,232	2.02
Shin-sheh 400m	0.1	3,380	2.11	0.1	3,300	2.06
Pu-li 450m	0.1	3,360	2.10	0.1	3,424	2.14
Yu-chyr 600m	0.1	3,420	2.13	0.1	3,340	2.10

(四)歷年來各地試驗之產量比較：

由歷年(1988～1994年)在各地之栽培記錄，可看出其產量比已提高許多，由原來之1.77%提高至2.13%(表7)，顯示目前之栽培技術已得到改善而且對本品系之栽培特性也已較爲瞭解，而在各地栽培情形之觀察可知，其已可適應不同地區之栽培，惟應注意濕度及水源問題。

表 7. M290菌系在歷年之栽培試驗產量表

Table 7. Yield of the strain M290 in eight successive years.

Location	Year	Item	Cultivated bags (×10,000)	Dry yield (kg/1,000bags)		yield ratio[z] (%)	
				271	M290	271	M290
Wu-feng	1987-'88	Selection	0.1	33.0	28.0	2.06	1.77
Wu-feng	1988-'89	Yield test	0.8	31.0	30.0	1.94	1.88
Shin-sheh	1989-'90	Yield test	0.8	32.0	31.0	2.00	1.94
Wu-feng	1991-'92	First field trial	10	31.6	28.8	1.97	1.80
Shin-sheh	1991-'92	First field trial	10	33.2	30.8	2.07	1.92
Pu-li	1991-'92	First field trial	10	28.6	32.4	1.79	2.03
Yu-chyr	1991-'92	First field trial	10	32.2	31.4	2.01	1.96
Wu-feng	1992-'93	Second field trial	10	30.7	30.5	1.92	1.91
Shin-sheh	1992-'93	Second field trial	10	31.8	31.0	1.99	1.94
Pu-li	1992-'93	Second field trial	10	32.6	32.8	2.04	2.05
Yu-chyr	1992-'93	Second field trial	10	31.5	31.2	1.97	1.95
Wu-feng	1993-'94	Third field trial	10	32.3	32.8	2.02	2.05
Shin-sheh	1993-'94	Third field trial	10	33.0	33.8	2.06	2.11
Pu-li	1993-'94	Third field trial	10	34.2	33.6	2.14	2.10
Yu-chyr	1993-'94	Third field trial	10	33.4	34.2	2.10	2.13

[z] Data were based on the ratio between dry weight of fruiting bodies and weight of bags.

(五)M290菌系之產量分佈：

由歷年栽培結果得到本菌系之栽培資料。即在一般木屑包栽培時，乾重產量比分布在1.5～2.0%以上爲高產，本菌系之栽培結果顯示其產量比在1.0%以下之情形尙沒有，而在正常範圍者佔50.8%，而高產之情形則佔49.2%（表８），因此在採收５次之情形下已達經濟效益，値得擴大栽培。而栽培時大都爲大量栽培，小規模栽培（五萬包以下）之情形較少。

表 8. M290菌系之產量分佈

Table 8. The distribution of yield of M290 strain[z].

Item[y]	Yield ratio (%)			
	<1.0	1.0～1.5	1.5～2.0	>2.0
bag(×10,000)	0	0	56.7	55
%	0	0	50.8	49.2
No. fo Farmer	0	0	9	6
%	0	0	60	40

[z] Data were based on the average yield from 1988 to 1994.

[y] The total was 1.17 million bags and 5 times harvesting.

(六)M290菌系在各地區栽培之產量比較：

在不同年度之區域試驗中，其產量比在各地區均呈現上升現象，表示其栽培特性已趨明瞭且菌系趨於穩定，而與對照271無差異在低海拔之霧峰地區因受氣溫高之影響，表現稍差，但亦已達到經濟栽培的目的，其他地區則均爲良好（表９）。而由於栽培技術及方法可因人而異，因此必須注意本品系之特性才可達到最穩定之良好栽培結果。

表 9. 不同地區之不同年度之產量比較（以產量比%表示）
Table 9. Comparison of the yield in different years at different locations[z].

Location	Strain M290				Control strain 271			
	1991-1992	1992-1993	1993-1994	Average	1991-1992	1992-1993	1993-1994	Average
Wu-feng	1.80	1.91	2.05	1.92	1.97	1.92	2.02	1.97
Shin-sheh	1.92	1.94	2.11	1.99	2.07	1.99	2.06	2.04
Pu-li	2.03	1.95	2.10	2.03	1.79	2.04	2.14	1.99
Yu-chyr	1.96	2.05	2.13	2.05	2.01	1.97	2.10	2.03
Average	1.93	1.96	2.10	2.00	1.96	1.98	2.08	2.01

[z] Yield ratio of medium and dry weight of shiitake.

(七)特性調查：

1. 爛包發生情形調查：在調查所有供試菌系中，M290菌系其發生爛包之情形爲所有供試菌系中最少者，且比對照之271少許多（表10），此點在栽培上頗爲有利。而接種後30天到120天之間是爛包最容易形成之時期，因此期菌絲活動力強，易造成生物熱過多而導致超溫，此時菌絲若無法抵抗高溫，則勢必轉弱甚至死亡，造成其它害菌爲害之機會。

表 10. 不同菌系在栽培過程之爛包發生情形調查
Table 10. Number of rotted bags for different strains in the cultivation period[z].

Year	Strain	Days after inoculation			Before fruiting	Total
		7	30	120		
1989	C289	34	45	114	39	323
	E23	51	58	168	64	341
	M290	12	18	36	6	72
	W13	80	69	158	55	362
	271 control	28	16	88	34	166
1990	C289	41	64	88	35	228
	E23	38	69	157	48	312
	M290	4	8	21	15	48
	W13	42	31	143	28	244
	271 control	20	24	73	29	146

[z] Data were based on each of the 2,000 bags of cultivated at Wu-feng(1989)and Shin-sheh(1990).

2. 貯存溫度對鮮菇品質之影響：由表11之結果可以發現當本菌系在12°C以下（包括 4 °C）保存時其在 7 天內之菇體取出後與原來保存者無明顯變化，但對照之271品種在 4 °C保存時 3 天即產生褐化現象，且時間愈長時顏色愈深，在12°C保存時除了產生褐化現象也有腐爛情形產生（如保存 5 天以上均有此現象發生）而若保存溫度在20°C時，本菌系可保存 3 天而無明顯變化，到第 5 天時會產生表皮皺折但色澤無變化，對照之271則明顯地在 1 天即產生褐化，3 天即有腐爛現象，在24°C時則本菌系可維持一天而色澤不變，但產生酸味及至第 3 天即有部份腐爛現象，對照之271則無法保持一天而不變色，且酸味強而一天即有腐爛現象。而酸味之產生係其在採收後仍有呼吸現象及部份軟腐者產生氣體所致。

由以上結果（表11）可知本菌系在低溫（ 4 °C及12°C）保存時，其品質可維持在一星期而不改變，溫度升高則保存結果愈不理想，但對照271則無法在低溫下保持菇體不變色且易

腐爛，因此本菌系之耐貯存特性明顯優於對照271菌系。

表11. 不同貯存溫度及時間對 M290 菇體品質之影響

Table 11. Effect of temperature and time of storage on the quality of fruiting bodies of the strains M290.

Temperature (°C)	Storage time (day)	Change of color[z]		rotted index[y]		Change of odor	
		M 290	271	M 290	271	M 290	271
4	1	light brown	light brown	Normal	Normal	Normal	Normal
	3	light brown	light brown	Normal	Normal	Normal	Normal
	5	light brown	light brown	Normal	Light	Normal	Normal
	7	light brown	light brown	Normal	Light	Normal	Normal
12	1	light brown	brown	Normal	Normal	Normal	Normal
	3	light brown	umber	Normal	Light	Normal	Normal
	5	light brown	umber	Normal	Medium	Normal	Normal
	7	light brown	umber	Normal	Medium	Normal	Normal
20	1	light brown	umber	Normal	Normal	Normal	Sour
	3	light brown	umber	Normal	Medium	Normal	Sour
	5	light brown	umber	Shrunken	Medium	Normal	Sour
	7	light brown	umber	Shrunken	Medium	Sour	Sour
24	1	light brown	umber	Shrunken	Medium	Sour	Sour
	3	brown	umber	Medium	Severe	Sour	Sour
	5	brown	black	Medium	Severe	Sour	Sour
	7	brown	black	Medium	Severe	Sour	Sour

[z] The original color of M290 and 271 were pale brown and light brown.
[y] Rotten index：Normal=no rotting, light=<25% of fruiting bodies were rotted；medium=25~50% rotted. Severe=>50% rotted. Shrunken：no rotting and shrinking is observed.

3. M290 菌系產生花菇之比例調查：香菇乾燥後其品質中以花菇爲上品（圖1），其價格與一般乾菇差異極大，因此若能提高部份花菇之比例，則對栽培者而言，有助於提高其收益。由表中可知，M290 菌系，其產生花菇之能力，較271爲高。

表 12. M290菌系之花菇產生比例（%）

Table 12. The production percentage (%) of flowery shiitake of M290 strain[z].

Location	Strain M290		Control strain 271	
	Flowery shiitake[x]	Others[y]	Flowery shiitake	Others
Wu-feng	12	88	3	97
Pu-li	14	86	2	98
Yu-chyr	14	86	2	98
Shin-sheh	8	92	4	96

[z] Data were based on the mean of ten thousand bags.
[y] Including Donko and Koshin shiitake.
[x] Flowery shiitake：slight-cracking on the surface.

4. M290 與其親本 SL19 及271實體之特性比較：由表13中可知，M290 其平均大小介於 SL19 及271之間，但每朵子實體之乾重及鮮重均優於父母本，其他子實體之特性均較近似於271，而其傘肉之厚度特別厚其父母本所不及（圖2）。

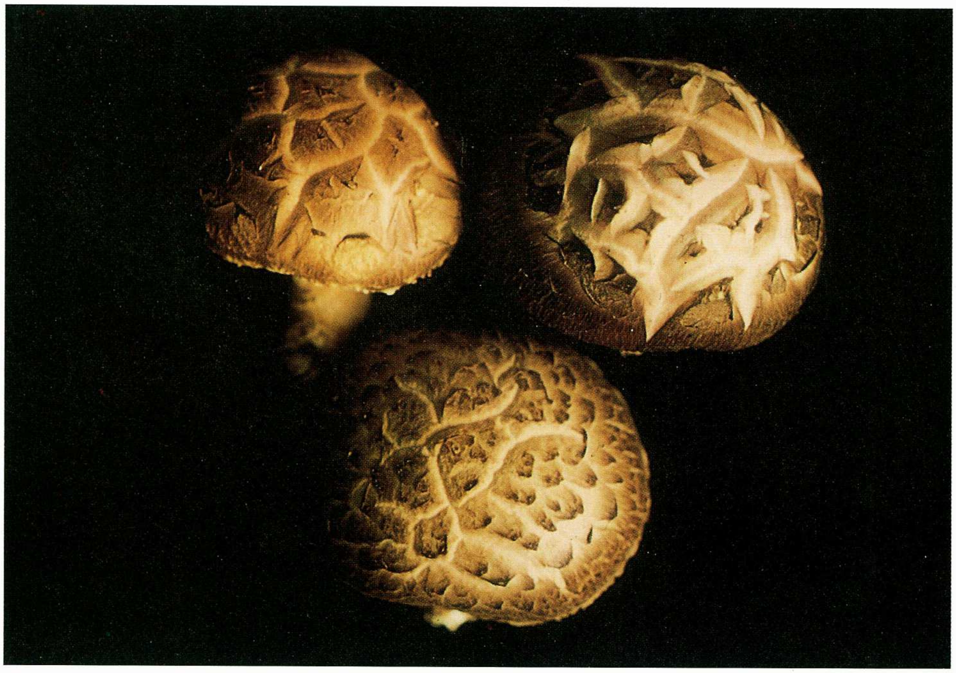


圖 1. 香菇臺農一號易形成花菇
Fig. 1. The fruiting bodies of shiitake "Tainung No.1" were easy to form flowery caps.

圖 2. 香菇臺農一號菇體圓整，厚肉品質優良
Fig. 2. Round shape, thick caps and good quality of fruiting bodies of shiitake "Tainung No.1".

表 13. 雜交體 M290 與其親本 SL19 及271之子實體特性比較
Table 13. Comparison of the fruiting body characteristic of parental lines SL19,271 and the hybrid line M290[z].

Characteristic	Strain		
	SL19	271	M290
diameter of pileus (cm)	6.5	7.0	6.8
thickness of pileus (cm)	1.4	1.8	2.2
hairs	none	none	none
color of pileus	light brown	brown	light brown
scales	middle	rare	middle
ditance among gills(individual/cm)	18	18	20
length of stalk (cm)	5.0	6.5	4.5
diameter of stalk (cm)	1.4	2.0	1.5
fresh wt. (g/individual)	35	42	46
dry wt. (g/individual)	4.5	4.8	5.2
days for maturity	7	5	5
No. of fruiting bodies (per bag)	115[y]	24	26
ratio of drying	1：8	1：9	1：9
yield ratio (%) [x]	1.98	1.96	2.04

[z] Data were based on the mean of five hundred with maturity at 80%.
[y] No. of fruiting bodies grown on a 100 pores of log.
[x] Yield ratio between dry wt. of fruiting bodies and one ton logs or one thouand cultivated bags.

(八)其他相關試驗結果：

1. 雜交體 M290 在不同溫度之培養特性及原基體形成觀察：在供試之衆多雜交中選擇出12種具有生長良好及適合木屑培養之雜交體供作栽培試驗用（如表 2 ）。而其中之 M290 菌系在24，20及16°C均可產生原基體，菌絲特性爲平滑，色白、密緻。在 4 °C無法生長，36°C則告死亡，最適合生長溫度爲24°C（表14）。

表 14. M290 之菌絲生長與溫度及培養時間之關係
Table 14. The relationship between temperature ; cultural time and mycelial growth of M290 strain.

Incubation days	Temperature (°C)								
	4	8	12	16	20	24	28	32	36
	Colony diameter (cm)								
0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.5
4	0.5	0.5	0.9	1.4	1.6	1.8	0.8	0.8	0.5
6	0.5	0.6	1.6	2.8	3.3	3.5	1.4	0.9	0.5
8	0.5	0.8	2.0	3.8	4.4	4.6	2.0	1.0	0.5
10	0.5	0.8	2.3	4.8	5.6	5.8	2.4	1.2	0.5

2. M290 菌系之耐高溫試驗：由於在培養過程中香菇菌絲可能處於高溫環境而無法生存，因此對於短暫的高溫之承受程度亦相當重要，如果可忍受則可渡過高溫期，在成活率方面較爲有利，亦較不易造成爛包現象。由圖 3 可知，M290之耐高溫能力均優於其父母本，因此在爛包現象之產生可減少。

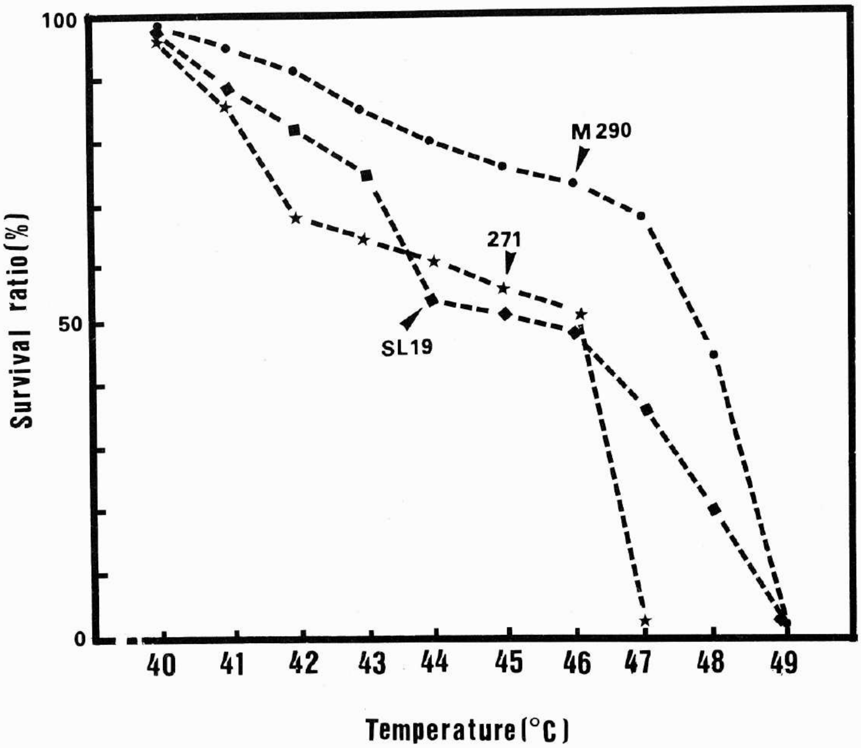


圖 3. M290菌系與其父母本於不同溫度之存活率比較

Fig. 3. Comparison of mycelial survival ratio (%) of the three strains at different temperatures.

3. 不同菌種材料對 M290 菌絲生長之影響：在菌種製作時以麥粒培養基之生長優於木屑培養基，但因其生長快，因此呼吸量較大，也較容易老化。因此在培養時通氣量應大，否則極易造成呼吸不良而感雜菌或窒息死亡。而因其易老化，因此在接種時機之應注意菌種之老化程度。

表 15. M290菌系與271菌系在麥粒及木屑培養基菌絲生長勢（%）之比較

Table 15. Comparison of mycelial growth rate (%) of strain M290 and strain 271 on wheat and sawdust medium at different temperatures[z].

Medium	M290			271		
	16°C	20°C	24°C	16°C	20°C	24°C
wheat grain	92	94	98	90	94	96
sawdust	90	92	94	88	91	92

[z] Data were based on the mean of 20 bottles for each treatment and the number is the percentage of the medium covered with mycelia.

4. 不同栽培材料對 M290 菌絲生長之影響：品系對不同栽培材料之適應性很重要，若太窄則在材料之取得困難時較不易推廣。以目前使用最多之三種木屑來培養時，可知 M290 在24°C時生長最好，而20～28°C均適合生長，其生長勢均在90%以上，16°C以下及32°C以上則較不適合生長，而36°C以上經長期培養後出現死亡現象。供試三種木屑其結果均一致，顯示本品系之適應性極廣。

表 16. 不同栽培材料對 M290 菌絲生長之影響

Table 16. Effect of different cultural material on the mycelial growth of strain M290.

Sawdust	Temperature (°C)						
	12	16	20	24	28	32	36
Mixed broad leaf	58b[z]	77b	94a	97b	92a	20c	—[y]
Acacia confusa	63a	78b	92a	95b	93a	32b	—
Castanopsis hytrix	64a	91a	98a	100a	94a	44a	—

[z] Data were baed on the mean of 800 bottles for each treatment, and within means a coluumns followed by the same letters are not significantly different (p=0.01) according to Dunca's multiple range test, and the number is the percentage of the medium covered with mycelia.

[y] "—" : no mycelial growth.

5. 培養基含水量對 M290 菌系菌絲生長之影響：由於培養基中水份之多寡與菌絲生長有密切關係存在，因此選擇適合香菇生長範圍之54～64%含水量來瞭解 M290 菌系對水份之要求性，由圖 4 中可知其木屑包含水量以58～62%較適合菌絲之生長，其中又以60%最優。當含水量愈低時生長勢較差，且乾重產量愈少，而含水太高時，生長勢及乾重產量驟減，存活率也較差，因此未來在製作木屑培養包寺，含水量以58～60%較適宜。

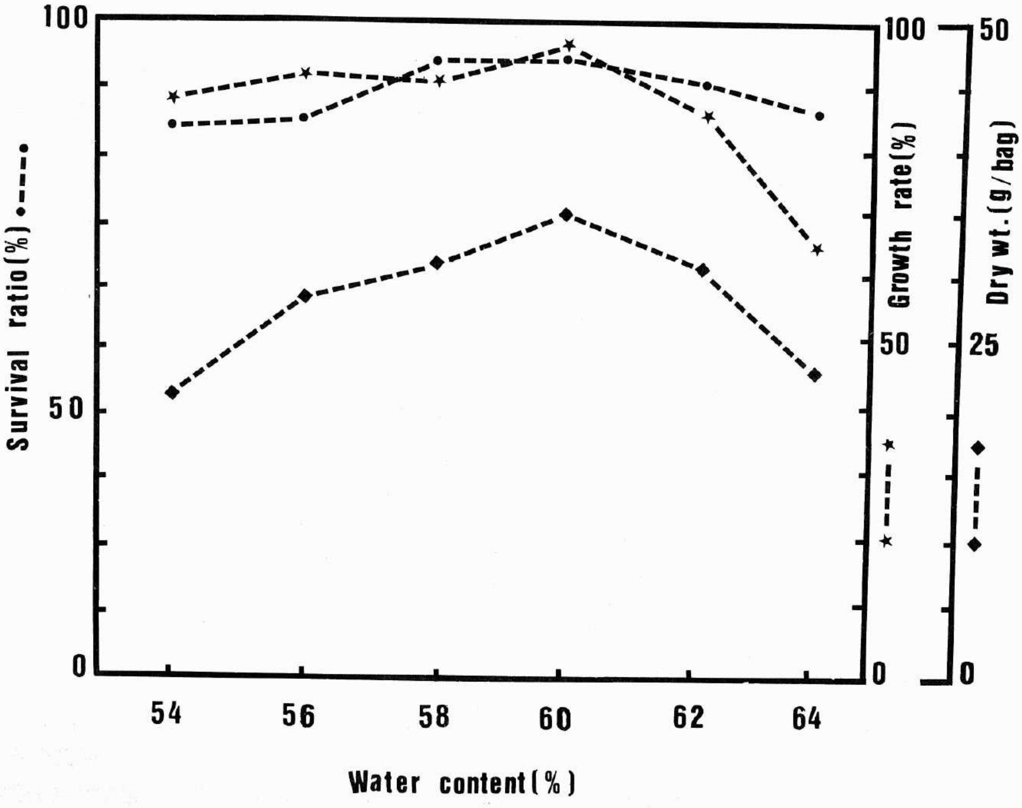


圖 4. 培養基含水量對 M290 品系菌絲生長之影響

Fig. 4. Effect of water content (%) on the mvcelial growth of M290 strain.

結　論

本省香菇每年生產量依83年度農業年報記載約爲3,500噸乾菇，尚不可滿足市場之需求，而不足部份則由大陸、日本及韓國供給，在供需上尚爲穩定。惟消費者在品質上之要求日益提高，且鮮菇之消費亦有逐年增加之趨勢，因此對高品質之香菇品種值得加以選育，而在栽培者而言，爛包及不耐高溫是重要之問題，因此亦應朝符合這些要求之品種加以開發。農試所在農委會之經費補助下從事香菇品系改良工作，經過多年多次之試驗後，從許多雜交體中選出 M290（SL19×271）之雜交品系，並經過長期之試種、產量試驗及不同地區之區域栽培試驗，且經由農民作大規模之實際栽培後，均顯示該品系具有經濟效益性。本品系已於85年 3 月19日假臺灣省農業試驗所舉行之命名審查會接受審查，經由學者、專家組成之八人審查委員會在經過三處栽培試驗場之評審後，全體委員一致通過該品系命名爲「香菇臺農一號」。這是第一個由國人自行育種成功且具有經濟價值之香菇品系，除具有開創之意義外，也是對國人育種工作努力之肯定，相信日後會有更多優良而具栽培價值之品系出現而嘉惠農民及消費者。而由本雜交品種之栽培試驗及品種觀察結果顯示，若能在適合本品種栽培之地區並配合適當之管理則可達到此項目的，亦可提供給消費者優良品質之香菇，而成爲地方性之特色，如臺中縣之新社鄉及南投縣之魚池鄉及埔里鎮之適合地區均爲理想之栽培地點。而本品種之鮮菇品質良好且口感佳，耐貯存運輸，在未來鮮菇市場日益擴張之際，本品種極適合鮮菇市場之需求。本品系目前栽培數量已近一千五百萬包太空包，每年產值在二億五千萬臺幣左右，佔鮮銷市場60％以上。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會補助部份經費（86—科技—1.4—糧—21—11），試驗期間承本所前所長杜金池博士，現任所長林俊義博士與本系主任彭金騰博士之指導及栽培試種期間承趙守岩、趙守仁及陳進興先生之協助栽培試驗，特此誌謝。

引用文獻

1. 廖英明。1979.9.28。低海拔香菇栽培之研究。中華日報。農林建設323期。
2. 廖英明。1981。臺灣原生香菇品系特性之初步觀察。中華農業研究30(1)：63～70。
3. 廖英明。1984。低海拔地區可以栽培香菇嗎？豐年34(6)：28～29。
4. 廖英明。1984。低海拔香菇品系之育種。中華農業研究33(3)：292～305。
5. 廖英明撰。鄭燮校閱。1985。香菇段木栽培經營技術。八萬農業建設大軍訓練教材。72頁。
6. 廖英明。1985。藥劑防治香菇木屑包雜菌 *Trichoderma* spp. 效果之探討。中華農業研究34(3)：329～340.
7. 廖英明。1988。再創本省木屑包栽培之新境界（上）及（下）。農藥世界63：58～60及64：74～78。
8. 廖英明。1990。菇類木屑包栽培常見的雜菌及其防治（上）及（下）。農藥世界82：13～16及83：71～74。
9. 廖英明。1992。日本對於食用菇類菌種及菌床之製造與販賣規範之介紹。農藥世界110：44～47。
10. 廖英明。1992。本省香菇木屑包栽培現況之探討。興農286：30～36。
11. 廖英明。1992。香菇段木栽培。桃園區農業專訊 2 ：19～21。
12. 謝瑞忠、黃松根、孫正春、鄭燮、林俊義、住本昌之。1989。香菇栽培材料開發。第七屆食用菌研討會學術專刊：115～130。
13. 韓又新、鄭燮、杜金池、陳炳照、侯信雄。1976。香菇選種育種之研究。臺灣區第五屆洋菇學術討論會報告：517～536。
14. Liao, Y. M. 1985. Studies on breeding a shiitake mushroom strain for low areas. Horticultural Abstract. 55(5)：367.
15. Liao, Y. M. 1990. Nutritional and environmental conditions for the growth of *Coriolus versicolor*, a wood

decaying and medical fungus. Jour. Agric. Res. China 39(3) : 190～203.

16. Liao, Y. M. 1993. Microorganisms contaminated in the process of cultivation and their effect on the production of shiitake. Jour. Agric. Res. China42(2) : 187～199.

46-2-4

The New Hybrid Strain of Shiitake "Tainung No. 1" [1]

Ying-Ming Liao[2]

Summary

Shiitake strain "Tainung No. 1" was named after the hybridized strain M290 by the Taiwan Agricultural Research Institute in 1996. The strain M290 was derived from a cross made in 1986 between a log-strain SL19 and a sawdust-strain 271. Then, it was selected out in 1987 for a series of growth and yield trials at different locations between 1987 and 1988, regional yield trials between 1989 and 1990 ; large scale of yield trials between 1991 and 1994. The strain M290 was found with economic yield and high quality of fruiting bodies.

Therefore, it passed the naming regulation rules of the Taiwan provincial Department of Agriculture and Forestry in march 1996. It was given the comon name "Tainung No. 1" , with a trade name of "early white" or "red cap" . This strain is characterized by the medium and round shape of fruiting bodies ; short pileus and thick caps ; and easy to form flowery caps. Each 9 to 10 kgs of fresh fruiting bodies can be dried to get one kg of dried material. Ten thousand bags of sawdust medium can produce 328-342 kgs of fresh fruiting bodies. Strong mycelial growth and less rotted bags were observed during the growth period. Fruiting bodies were found with long shelf-life because the cap color remained unchanged. It is a good strain for fresh marketing use.

Key words : Shiitake, Hybrid, Strain.

1. Contribution No. 1896 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was financially sponsored by the council of Agriculture (86-AST-1.4-FAD-21(11)) .
2. Assistant Plant Pathologist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：158～166（1997）

太空包香菇環控立體多層栽培生產之研究[1]

賴建洲　周廷弘　梁連勝[2]

摘要：在以 PU 發泡材料包覆之絕熱環控室內，立體多層栽培太空包香菇，使用冷凍機調節室內溫度、自走式噴霧機加濕、風扇用以維持環控室內之氣體流動與環控室內外換氣之立體多層環控栽培體系已開發完成。菇舍之溫度、濕度等環境因子，透過電腦來自動管理與監控，香菇立體栽培是可行的，且可週年在平地生產。在整個過程中，只有在太空包入庫上架、出庫下架與採收時，方需使用人工。單位面積產能為傳統栽培法之六倍，若以10年為基準，其年投資報酬率約為35%。

關鍵詞：香菇太空包、環控、立體多層栽培。

前　言

本省香菇之生產栽培方式可分為段木栽培與木屑栽培二種[1]，後者俗稱太空包栽培。採段木栽培方式者每接種一次可採收三年，而太空包栽培方式每接種一次經三至四個月培養期後，每隔三至四個星期可採收一次，依菌包生長狀況一批菌包可採收四至八次。目前臺灣香菇（乾菇）之年總產量約3,500公噸，其中段木栽培佔720公噸，為太空包栽培所生產者佔2,775公噸。全省栽培地區主要分佈在宜蘭、新竹、臺中、彰化、南投五個縣，而以南投縣為首（2,041公噸，佔2/3強），因此本省香菇之栽培以太空包栽培為主（民國八十一年栽培包數為13,255萬包）[2]。

而太空包之生產流程依序為木屑堆積、配料混合製包、殺菌、接種、養包、出菇、收穫、乾燥、選別及貯藏等作業。就現行太空包香菇栽培之作業方式而言，菌包之培養（養包）與出菇之處理大多在簡易設施內進行，較先進者有噴霧機構、風扇等裝置來加濕與通風，以避免太包體發生脫水或過熱之現象。採簡易設施栽培之業者，遇天氣異常時，往往無法掌握香菇之生長情況，導致出菇率不良或不出菇，甚至有太空包腐爛之現象。因此配合栽培需求來改良養包及出菇之設施環境，使環境之控制能夠機械化與自動化是必需且迫切的。在機械化、自動化之環控設施內，雖然可確保養包與出菇環境不受大氣影響，但成本之提高是必然的，因此有必要採行立體栽培方式，以增加單位面積之產能與產值。

材料與方法

一、試驗材料

使用高溫品系之香菇菌種（菇農稱為1927）所製成之香菇太空包一萬包。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1897號。
2. 本所農工系副研究員、助理、研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、試驗設備

(一)絕緣室

在700×800CM 之基地上，四個角點以槽型鋼（200×100㎜）爲主幹，另外每間格1米之距離，則以 C 型鋼（100×100㎜）爲支幹，外覆一層表面噴被1CM 厚 PU發泡材料之彩色絕熱浪型鋼板，形成一長×寬×高爲700×800×460CM 之絕熱室（如圖1所示）。

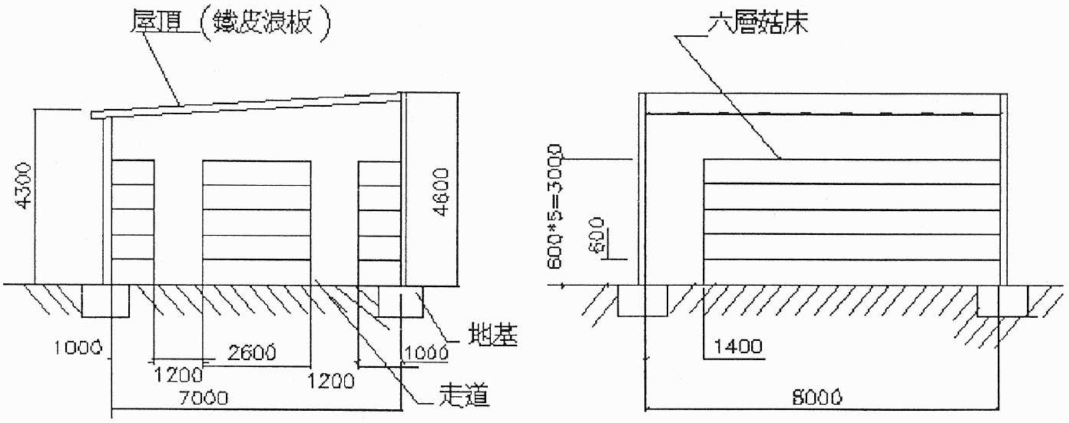


圖 1. 香菇太空包環控立體多層栽培室（單位：㎜）

Fig. 1. Multi-layer culture room for shiitake in sawdust bags under environmental control

(二)栽培架

以5×1CM（寬×厚）之木板，訂製成六層之立體栽培架，每層高度爲60CM，同時爲工作方便，在栽培架二側設有寬1.5米之走道（如圖1所示）。

(三)上下架輸送機

由於太空包製造時，從製包、殺菌、接種、栽培整個過程中，爲提高效率，菇農之現行作業方式，將12包放置在塑膠籃內作爲1個單位，以方便運輸。每藍之重量依太空包製作之大小而有所不同，平均大約在15公斤左右，若將此重量由地面搬至高度超過2公尺之位置，將是非常吃力之工作；因此爲配合環控立體栽培作業，乃依現場作業流程需求，規劃設計具下列功能之輸送機：(1)輸送高度爲3公尺：此高度爲最上層之底部高度。(2)機械裝置寬度不得寬於1公尺：由於環控室內採密集栽培，務求單位面積內有最大之栽培量，因此走道寬度在容許範圍內是愈窄愈好，由於籃子之寬度在50公分以內，加上鐵架與輪子之厚度，整體機械之寬度爲75公分。(3)機械裝置長度不得長於2.5公尺：爲方便輸送機之進出，更參考現有環控立體栽培，且已成功商業生產之金針菇栽培場，其車道寬約爲3公尺，因此爲求本輸送機之兼用性，將其長度定在3公尺內。(4)皮帶之輸送方向可上下逆轉（如圖 2 所示）。

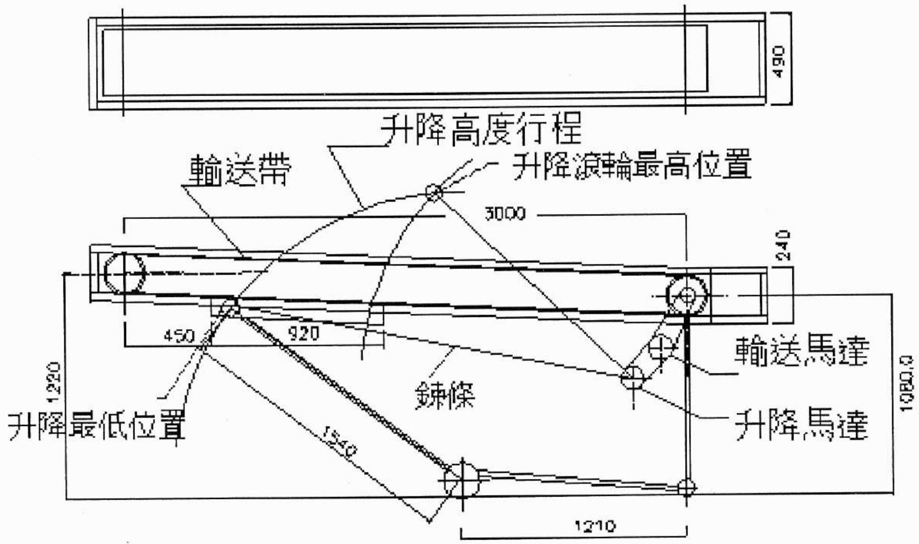


圖 2. 上下架輸送機示意圖（單位：mm）
Fig. 2. Diargram of conveyor for the highest and lowest position

㈣溫度控制裝置

爲控制溫度在15°C至28°C間，使用氣冷式冷熱雙用之溫度調整機，其動力規格爲三相、220V、7.5噸之冷凍機。

㈤加濕裝置

應用一般在國蘭栽培所使用之離心式噴霧機，每小時造霧所需水量爲2公升，使用單相220 V 之電源；爲求室內噴霧之均勻性，將其安裝在自走裝置上，以使在栽培室內往復移動噴霧。

㈥內外通風裝置

由於栽培室內體積爲260立方公尺，使用3相、220V、1馬力之風扇2臺作爲通風設備，每2分鐘可換氣1次，如此可將香菇太空包因呼吸作用所產生之二氧化碳濃度有效低在1000PPM以下，同時透過環控策略可適度調整室內之溫度與濕度。

㈦內部各層均風裝置

爲使溫度、濕度均勻分佈[3]在太空包之四週，將單相220V、1／24馬力之小風扇懸掛在自走裝置之下方，依環控策略之指示，進行各層均風作業。

㈧往復自走機構

使用5公分之方形鋼管材料爲雙軌自走機構之軌道，其承運能力爲300公斤，因此可將噴霧機、風扇懸掛其下，同時需帶動電源線、控制線與水管，行走速度每分鐘不超過10公尺（如圖3所示）。爲了簡化控制流程，線路之設計則要求只要供應電源即可往復自走。至於所承載之風扇與加濕機所需之電力，則由另外之電路控制。

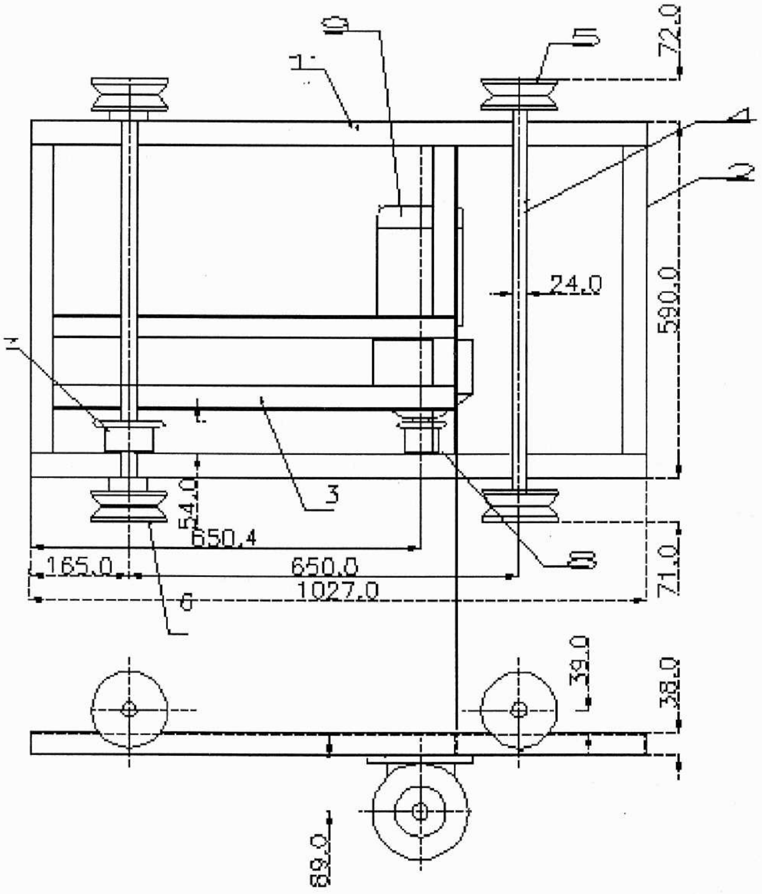


圖 3. 往復自走機構示意圖（單位：mm）
Fig. 3. Diagram of automatic forward and backward carrier

(九)溫度感應器

使用 PT-100溫度感應器4支，用來量測栽培室內與大氣之乾、濕球溫度，透過轉換器（Transducer）將0-100°C之溫度線性轉換成0-5V 之直流電壓，並連接至類比訊號轉換器之第一點至第四點。

(十)濕度感應器

使用乾、濕球之溫度，透過熱氣線圖之[4,5]對應公式，經電腦計算可得知當時之相對濕度、絕對濕度等熱學特性值。

(十一)二氧化碳感應器

使用 TELAIRE 2001型二氧化碳感應器，其二氧化碳濃度感測範圍達0-10,000PPM，並具0-5V 直流電壓與4-20ma 輸出，可接至類比訊號轉換器之第五點。

(十二)類比、數位訊號轉換器

使用國產之 AD/DA 卡（研華 PCL-818H、PCL-789）與 D/O 卡（PCL-720、PCL-785），可接16點之壓差輸入（Differential Input）與32點之數位輸出，其輸出電壓可為直

流或交流，端視所供應之接地電壓爲何，爲配合馬達、冷凍機、風扇等承載電壓皆爲交流220 V，本試驗之數位輸出電壓採用交流220V 之輸出電壓。

㈢機電控制箱

由於使用設備計有冷凍機1臺（20A），內外通風風扇2臺（6A），內部均風風扇10臺（5 A），噴霧機2臺（3A），自走機構1組（2A），總共耗用電流爲36A，爲安全起見，使用50 A 之斷電器，並依各機構之電流耗用量來選用1.5倍安全值之繼電器（30A×1，10A×5），每一繼電器之控制線圈與 D/O 卡接點連接，而使用負載線圈連接動力電源與設備，每一設備之控制方式皆採手動與自動二種方式，以便進行各種特定試驗與方便現場工作人員之作業。

㈣中央控制系統

使用 PC 級（Intel 80486-33）之微處理機爲中央運算控制中心，將上述設備與電腦連線，先用人爲起動系統中之各接點，看各機構之動作是否正確，再使用軟體語言 Quick Basic 4.0撰寫整體環境自動監控程式，透過 PCL-818H 與 PCL-789類此數位控制卡之接點，將 PT-100經轉換器送來之電壓解讀後，再依環控決策軟體之判斷，透過 D/O（PCL-785）卡之輸出電壓來起動機電控制箱內之繼電器，以控制相關週邊裝置之開關，同時記錄生產過程中室內與室外之溫、濕度，作爲未來比較環控室內與傳統室外香菇栽培生產情形之參考，並供環控策略修正之依據，其基本動作原理如圖4所示。

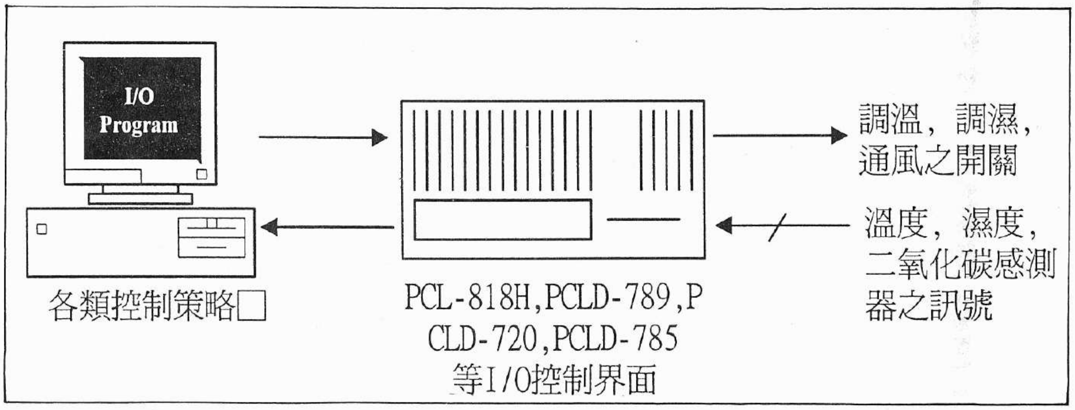


圖 4. 香菇太空包環控栽培自控系統示意圖

Fig. 4. Diagram of automatic environmental control system for Shiitake in sawdust bags

三、試驗方法

本研究之主要構想在發展、建立香菇栽培環境自動監控系統及相關週邊機械設備，並配合香菇菌絲、菌傘不同生長期之需求[6]，發展香菇環控栽培之控制策略，以達有效節約環控成本及減少栽培過程中人工之需求。監控系統之軟體使用培基語言設計，軟體在中文系統下執行，有全中文的使用者界面，非常具親和性，且所有的訊號包括環境感測之乾、濕球濕度與二氧化碳訊號及控制動作皆可在螢幕上顯示。軟體中可設定各栽培之環控條件，如栽培階段、溫度、濕度與二氧化碳濃度等，系統本身會依當時所量測得到之各點乾、濕度溫度，同步換算出當時大氣中及栽培室內之溫度與相對濕度，而依香菇成長各階段之生理需求與所設定之控制策略，依當時大氣溫、濕度與栽培室內溫、濕度、二氧化碳之變化，自動判斷是否需起動冷凍機、加濕機或通風機，來調整栽培室內溫、濕度與二氧化碳濃

度，以達到自動調控生長環境，節省大量人工之耗費，並避免無效之機械運轉[7,8]。

由於香菇從菌包培養至完成收穫，進而丟棄不符生產價值之菌包，其過程歷經採前養包期、出菇期、蕈體形成期與採後養包期四個不同培養階段。其對環境因子之生理需求亦不同，故不同培養階段之環境控制亦不盡相同，詳細說明如下：

(一)採收前養包期

由製包、殺菌、接種後之菌絲培養，因香菇菌絲處於萌芽幼期，容易受外界雜菌之污感染之發霉，以致腐爛。因此需要將太空包口以塑膠管套束緊，並以棉花塞緊塑膠管，以降低雜菌感染之機會，在此時期需要不利雜菌生長之環境，即適溫、低相對濕度之環境，但溫度對菌絲生長速度影響頗巨，又因香菇菌絲為一耗氧性之菌種，成長時因呼吸作用，會產生大量之二氧化碳，因此適當之初期養包溫度、濕度與二氧化碳濃度，為影響香菇太空包存活率與香菇菌絲生長速度之決定因子。在此時期白色之菌絲將由接種處快速擴散、成長，進而將整個太空包內之木屑完全包覆。

(二)出菇期

傳統栽培香菇菌絲經約120日之培養後，包體表面顏色由白色轉變成褐色，且有突起狀之顆粒形成時，代表菌絲已成熟，可施以適當之刺激，像日夜溫度、濕度、二氧化碳濃度之改變以及太空包體之振動等，皆可促使香菇子實體之產生。同時為了讓香菇成長，於第一次出菇時，必需將太空包頂部塑膠管套去除，並將塑膠袋延著太空包體頂部割開。

(三)蕈體成形期

當子實體已產生後，為了使其蕈傘肥大，必需提供良好環境，促進菌絲成長，將培養基（木屑）內之養份吸收、轉換、供應香菇生長所需，因此菌絲強勢生長之環境是此時期環控之目標。

(四)採收後養包期

由於採收時，會造成頂部表面菌絲受傷，同時因為生產香菇蕈體時消耗甚多能量，需要將菌絲再好好培養，重新蓄積養份，以供應再一次生產香菇蕈體。由於太空包於第一出菇時已被割開，太空包體內部所含之水份，因蒸散作用與生產菇體時被耗用甚多，需要適量補充水份，因此採後養包期與採前養包期環境需求最大之不同點在於空氣中高相對濕度之保持。採後養包完成後，可再行出菇生產蕈體，如此週而復始，依栽培技術之優良與否，可行二至六次之採收作業。

結果及討論

一、在以 PU 發泡材料包覆之絕熱環控室內，立體多層栽培太空包香菇，使用冷凍機調節室內溫度、自走式噴霧機加濕、風扇用以維持環控室內之氣體流動與環控室內外換氣。在溫度、濕度等環境因子透過電腦來自動管理與監控下，香菇立體栽培是可行的，且可週年在平地生產。在整個過程中，只有在太空包入庫上架、出庫下架與採收時，方需使用人工。

二、立體栽培之上下層間距以60公分為佳，依環控室之高低，來決定栽培層數，一般為六至八層，在長8米寬7米高4.6米之絕緣室，可栽培約1.2萬包之太空包，若以10年為基準，每年栽培2回來算，其投資報酬率約為35%，但若生產花菇則效益將更佳。

三、太空包香菇栽培管理之環控因子控制條件，依生產階段不同而有所差異，可將之分成三階段分析如下：

(一)採收前養包期：

1. 溫度

香菇太空包經置於30/25、25/20、20/15°C及30/15°C四種不同控制環境下培養，其菌絲生長情況依環境不同而有所差異，其中控制環境之日夜溫設定爲30/25、25/20及30/15°C三者爲較佳，初期20日之生長速率爲0.5cm/日，後期則較緩慢，生長速率爲0.4cm/日。菌絲可於二個月內佈滿菌包。而20/15°C日夜溫之培養環境則以0.3cm/日之生長速率緩緩成長，共需要約80日，菌絲方能佈滿。由於香菇菌絲在生長行呼吸作用時，會釋出熱能與二氧化碳，若不將其釋出之熱能排除，足以將室溫提高至35°C，因此若以能源之觀點來看，30/25之日夜溫爲此栽培階段溫度控制設定之最佳條件。

當白色菌絲佈滿太空包時，可利用日夜溫度差之刺激，可使太空包提早褐化與包體表面突起顆粒之形成，加速子實體之產生。

2. 濕度

由於在此栽培階段之太空包，其菌絲尚未成熟，容易受感染，因此栽培室內濕度愈低愈好，不可超過70%。

3. 二氧化碳

香菇菌絲生長時會行呼吸作用，並會釋放大量之二氧化碳，當其濃度太高時會抑制呼吸作用，而影響菌絲之生長速度，必需靠內外通風風扇將其排出，以降低其濃度。

(二)出菇期

1. 溫度

當菌絲成熟後，即可行出菇處理，可經由15°C至18°C之低溫處理三日，再將溫度調高至22°C，經7日即見香菇子實體冒出。若於溫度處理結束時，再施以輕微振動一次，可得更密佈之子實體產生。若太空包屬第一次採收，在不傷害包體之情況下，必需將頂部塑膠帶割開，以便香菇蕈體之生長。

2. 濕度

在此栽培階段，因頂部完全暴露在空氣中，這表示空氣中之水份與包體之水份，將可經由頂部進出包體，爲了形成香菇子實體，需將包體表面濕度維持在85%以上及微量之通風。

3. 二氧化碳

與採收前養包期相同。

(三)蕈體形成期

此階段之溫度、濕度、二氧化碳與內部均風，將決定未來香菇之形狀、品質。

1. 溫度

將空氣溫度維持在22°C，太空包體溫度維持在19°C，且需均勻通風，經七日即可得下部柄粗短、上部傘厚肥之香菇。

2. 濕度

若只是使菇體肥大，需維持包體頂部表面濕度在90%以上，但若欲得香菇極品一花菇，則需將濕度維持在70%以下。

3. 二氧化碳

與採收前養包期相同。

(四)採收後

1. 溫度

仍以30/25°C之日夜溫度培養，可使採後太空包之表面內層菌絲再生，約三至四星期後即可再行出菇處理。

2. 濕度

在此階段之室內濕度以95%爲佳，不可低於80%。由於濕度較高，整體通風務必要均匀，使包體表面保持氣流之流動。

3. 二氧化碳

與採收前養包期相同。

四、在試驗室內，花菇之形成，可透過蒸氣壓差（VPD）之原理，利用菇體週遭風速大小與濕度高低之控制，來形成菇體內外之水蒸氣壓差，迫使菇體產生裂痕，但若控制不當，會造成香菇菌絲生長不良，以至於死亡。因此如何在不影響菌絲生長情況下，控制產生花菇所需之環境，以及大量生產時，各項機械設備之規劃、設計，則有待實際測試後方可驗證。

五、不管在何時期，香菇會產生大量之二氧化碳，因此培養室內外之換氣，要非常注意。尤其在形成期，環控之決策需將二氧化碳因子先行考慮控制在1,000PPM 以下，至於其細部影響則有待探討。

六、立體栽培雖然可節省栽培土地之使用、提高單位產能，但搬運勞力之需求卻也提高一倍，雖然已完成上下輸送機之研製，可有效降低立體置放太空包勞力之耗費，但實際操作時機體之移動仍嫌笨重，有待改善。

結論與建議

使用電腦軟體技術，將太空包香菇之栽培生理融入環控策略中，配合環控之設備與控制策略技術，將太空包栽培方式由平面擴展至立體，以提高單位面積之產量，同時降低因投資環控設備所增加之單位重量之生產成本，使香菇之生產不再受地區與自然氣候之限制，可全年大量生產，但由於生產過程每個月所耗費之電力約爲每包1元，因此雖然環控生產可全年穩定生產，減低管理勞力之需求，但受制於設施成本過高（同樣培養包數下，約爲傳統設施生產之2倍），其銷售競爭力將降低，除非可生產出高品質之香菇，例如花菇（售價爲一般香菇之2—3被倍），否則農民接受之意願將不高。但若站在物以希爲貴之鮮銷市場立場來看，全年穩定生產供應之特性，卻是業者所需要的。而市場供需之調整，可使環控生產之競爭力提高不少。

誌　　謝

本研究承蒙農委會補助（計畫編號：84科技-2.7-糧-7、85科技-1.8-糧-26、86科技-1.8-糧-16）而完成，特此誌謝。研究期間菇農趙守仁先生提供菇舍、太空包及栽培經驗協助本研究之進行，特誌萬分謝意。

引用文獻

1. 農委會。1983。香菇木屑塑膠包栽培。農民淺說255A。行政院農委會。
2. 臺灣農業年報。1993。臺灣省政府農林廳。102—103頁。
3. 馮丁樹。1988。循環式稻穀乾一機之系統模擬及其在個人電腦上之應用。國立臺灣大學農業機械工程學系國科會研究成果報告。
4. 馮丁樹、方煒。1985。個人電腦應用之二-NTU-DRY 靜置式厚層玉米粒乾燥系統模擬程式之研究。農工學報31(4)：101—110。
5. 馮丁樹、方煒。1985。個人電腦應用之一一玉米厚層乾燥對數模式之探討。農工學報31(3)：18—26。
6. 賴建洲、梁連勝、周廷弘。1994。香菇太空包之培養及其熱傳模式之研究。中華農業研究41(4)：414—424
7. 賴建洲、周廷強、梁連勝。1995。紅外線香菇乾燥與自動監控系統之建立。中華農業研究44(4)：464—469
8. 賴建洲、方　煒、謝建家。1995。種子乾燥調製自動控制系統之建立。中華農業研究44(4)：470—482。

46-2-5

A Study on Multi-layer Culture of Shiitake in Sawdust Bags under Environmental Control[1]

Chien-Chou Lai, Tyng-Horng Chou and Lien-Sheng Liang[2]

Summary

A Multi-layer culture system under environmental controll for Shiitake in Sawdust Bags had been developed and run yearly around. Only when the processing of putting the bags on or taking the bags from each layers or harvesting, the labor was needed. The capacity is six times of traditional culture method in each unit area. The return of investment is 35% under 10 years base.

Key words : Shiitake in sawdust bag, Environmental control, Multi-layer culture.

---

1. Contribution No.1897 from Taiwan Agricultrue Research Institute.
2. Respectively, Associate Researcher, Assistant and Senior Engineer, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufung, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：167～180（1997）

蝴蝶蘭花朵寒害後不同部位之老化、乙烯生成及電解質滲漏[1]

黃肇家[2]　潘美慧[2]　王自存[3]

摘要：本試驗探討蝴蝶蘭花朵發生寒害時，花朵之不同部位之老化、乙烯生成及電解質滲漏之變化。蝴蝶蘭花朵在 7°C 貯放10日會引發寒害，花朵加速老化，花朵各部位之老化順序不同，以蕊柱最早，其次爲子房與小花梗，而唇瓣、花瓣及花萼最慢。以切離並密封方式測定各個花朵部位之乙烯生成，所得之結果顯示蕊柱之乙烯生成最早開始上升，而且速率最高可達 40nl/g/hr ，子房、小花梗及唇瓣居中，花瓣及花萼之乙烯生長量則非常低。以直接密封方式測定完整花朵上不同部位之乙烯生成，所得之結果以小花梗之乙烯生成速率最高，蕊柱之乙烯生成速率僅 1.88nl/g/hr。然而當小花梗被切離後，其乙烯生成速率立即下降爲未切離時之1/3。以流通方式連續測定完整花朵上不同部位之乙烯生成，結果以包括花瓣及花萼在內之花被生成量最多，速率在第四日達到最高；蕊柱之生成速率不高，僅在第1.5日出現高峰。受寒害花朵在移至 20°C 後各部位之 ACC 氧化酶活性均明顯提高，蕊柱、子房及小花梗在第二日即開始增加，前二者且持續增加至第五日達到最高約 350nlC_2H_4/g/hr。唇瓣、花瓣及花萼至第四日後開始增加至第六日達到一較低之高峰。ACC 氧化酶活性之變化與各部位以切離方式測得之乙烯生成速率之變化相當吻合。花朵各部位之電解質滲漏於冷藏期間即開始增加，其中以蕊柱和小花梗之上升最多；移入 20°C 後蕊柱及其他部位之電解質滲漏均會下降，經二日後再度上升，唯有小花梗之電解質滲漏於移溫後不再下降，且一直升高。上述之結果顯示蝴蝶蘭花朵受到寒害時各部位之反應程度並不一致，蕊柱反應最早且最明顯，子房、小花梗與唇瓣居中，花瓣與花萼最慢。此結果亦顯示寒害蝴蝶蘭花朵之老化及乙烯生成可能是花朵各部位分工配合的結果，因爲蕊柱老化最早，其乙烯生成最早上升，速率亦最高，而且部位間有乙烯流通之現象，因此蝴蝶蘭花朵受寒害老化時，可能先由蕊柱產生乙烯先老化，再誘發其他部位如花瓣與花萼等產生乙烯並導致花朵最後之老化；此一現象與蝴蝶蘭花朵授粉引起之乙烯生成與花朵老化頗爲類似。

關鍵詞：蝴蝶蘭花朵、寒害、乙烯生成、ACC 氧化酶、電解質滲漏。

縮寫字：

ACC：1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid
ACO：ACC oxidase
CHI ：cycloheximide

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1898號。
2. 本所副研究員及約雇助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學園藝系副教授。臺北市。

FID ：flame ionization detector
TS-62：Phal.(Kochs Schneestern×Meridian) 'B79-32' ×Phal.(Kochs Schneestern×Meridan) 'TS1'

前　言

蝴蝶蘭（*Phalaenopsis spp.*）之栽培近年在我國蓬勃發展，是我國最具外銷潛力的蘭花之一[1]。由於蝴蝶蘭對低溫極爲敏感，是很適合研究寒害之材料。世界上對於切花寒害之研究不多，因爲切花採後處理之研究以溫帶地區較進步，溫帶切花較不易發生寒害。但是在臺灣有許多重要之新興切花是亞熱帶原產，寒害是一項需加注意之問題。

蝴蝶蘭花朵曾被報導在 12°C 放 3 日後即會有輕微之寒害[2]，黃等[4]發現在 10°C 放 7 日後會使切花瓶插壽命縮短。黃[3]最近之研究證實 7°C 貯放10日後會使花朵壽命大爲縮短外，尙有會促使乙烯急劇上升及異常的呼吸作用等生理反應，因此認爲是一種輕微但明確的寒害現象[20]。一般花朵是由幾個構造組織不相同的部位組成，尤其蘭花類之花朵是顯花植物中演化最先進的，每個部位都有其特別的功能[22]，因此在探討蝴蝶蘭花朵寒害之老化及乙烯生成時，須進一步探究花朵不同部位之變化。

關於花朵老化之研究，一般著重於細胞結構、組織成分或生理生化之變化[6,10]，對於花朵不同部位老化之報告較少，研究較多的是在花朵授粉或除雄，引發花瓣老化之現象。此現象被認爲是柱頭經授粉或創傷，產生乙烯先趨物 ACC，ACC 由柱頭傳送到花瓣使花瓣老化[6]。Nichols 曾報告康乃馨以外加乙烯處理會使花瓣老化內捲，授粉也有同樣的作用，柱頭於授粉後 3 小時乙烯即上升10倍，此時子房、花瓣等其他部位所生的乙烯仍非常低[14]。Nichols 等人進一步之研究指出授粉後 8 至24小時花瓣之 ACC 與乙烯才會上升，因此推測 ACC 是由柱頭產生傳送至花瓣後使花瓣乙烯上升[16]。Pech 等人指出授粉也使矮牽牛之花冠（corolla）往內凹陷（collapse），乙烯於授粉後 5 分鐘就上升，是最快的反應[19]。去除或以針刺傷柱頭也有相似的反應，這些作用都會促使花朵產生乙烯[9]。由於刺傷會先使柱頭 ACC 上升，然後其他部位才上升，這也顯示 ACC 之傳遞現象[17]。

在蘭花方面之研究亦有類似的現象，東亞蘭經授粉或乙烯處理後其唇瓣會轉紅[5]，Burg 和 Dijkman[7]報導萬代蘭授粉後花朵會早謝，乙烯生成於授粉後數小時以及40小時各有一個高峰，第一個高峰和唇瓣轉紅有關，而第二個高峰則和花瓣與花萼之萎凋有關[25]。這些作者也認爲乙烯或 ACC 是因蕊柱授粉而產生，再由柱頭傳送到花瓣，引起花瓣的老化[6]。東亞蘭去雄使唇瓣變色老化，也是因蕊柱受傷害產生乙烯與 ACC，傳到花朵其他部位引起老化[23,24,26]。近年 O'Neill 等人利用生物技術來分析蝴蝶蘭授粉後之反應，發現授粉使蕊柱及其他部位產生 ACC 合成酶及 ACC 氧化酶（ACO）之 mRNA，而花瓣並沒有 ACC 合成酶之 mRNA，需要由別處傳來之 ACC 才能誘發花瓣產生乙烯，因此花瓣的乙烯生成比別的部位慢[18]。Nadeau 等人進一步的研究顯示蝴蝶蘭授粉後蕊柱要有新的 mRNA 及蛋白質合成才會有 ACO 活性之提高，因此 ACO 應該是新合成的，其他部位的 ACO 也是一樣[12]。

由於受到寒害之蝴蝶蘭花朵於提早老化之同時會有乙烯生成之現象[3]，花朵各部位在此變化中所擔任之角色，目前尙不清楚。本研究旨在探討這種受寒害花朵於老化及乙烯生成時，各部位之反應是否與花朵授粉時相似，即是否有部位間之差異？以及一些基本生理反應是否有不同？

材料與方法

一、材料來源

本研究使用之材料爲取自臺灣糖業公司埔里大坪頂農場生產之 'TS-62' 大白花蝴蝶蘭，切

花於 5 ～ 6 朵盛開後採收，取中間 3 ～ 4 朵，花朵單朵插於小試管中進行試驗。除另有註明之外，每處理以 6 朵爲 6 重複。

二、低溫處理及花朵不同部位之老化

單朵蝴蝶蘭花朵分別經 15°C 及 7°C 貯藏 7 日或10日後，瓶插於 20°C±1°C 恆溫室中，定期調查花朵不同部位之品質，包括花瓣、花萼、唇瓣、蕊柱、子房、小花梗，給予評分，完全好者爲10分，完全老化者爲 0 分，介於兩者中間有明顯老化者爲 5 分。

三、花朵不同部位之乙烯生成

(一)部位切離後密封測定

花朵於瓶插後定時取樣，切下蕊柱、子房、小花梗、花瓣、花萼、唇瓣。子房位於小花梗最上端，是小花梗的一部分，長度約0.8～1.0cm，可由色澤及外形判別。各部位切下稱重後切口以 10mM CHI 沾一下，以降低創傷生成乙烯之干擾，再分別以小試管或壓克力罐密封 2 小時後，抽取 1ml 氣體，以氣相色層分析儀（gas chromatograph, Shimadzu. 8AIF，column 充塡 Porapak Q，以 FID 測定）測定試管內或罐內之乙烯濃度，換算爲 nl/g/hr。

(二)部位不切離直接測定

1. 以密封方式測定

花朵於冷藏後第 5 日，將小花梗、蕊柱分別以切花用之小保鮮管密封。密封時，先將保鮮管專用之軟質蓋之洞口依蕊柱或小花梗之大小適當加大，小心套上小花梗或蕊柱（不能傷到花粉塊），再將保鮮管與蓋子密合。之後再將整朵花連同封好之 2 個保鮮管，放入一密封罐內密封起來，2 小時後測定小試管與密封罐中之乙烯濃度，換算爲 nl/organ/hr，之後將蕊柱、小花梗切下稱重，計算單位重量之乙烯生成率 nl/g/hr。

另外於瓶插第 4 日，將小花梗依上述方法密封測定乙烯後，立即切下小花梗，放入小試管密封 2 小時再測乙烯，以比較不切離與切離之小花梗之乙烯生成率。

2. 以通氣方式測定

7°C 及 15°C 處理者各選 2 朵爲 2 重複，花朵於貯藏後移入 20°C 中，小花梗（不包括子房）與蕊柱各以一小保鮮管密封，然後整朵花裝入一密封罐（同上述方法）。裝了花梗與蕊柱之小保鮮管各有一組通氣管貫穿裝花的密封罐，可將空氣自外界送入及送出（圖 1），裝花的密封罐亦有一組，因此共有 3 組通氣管，分別使空氣流經蕊柱、小花梗及含花瓣、花萼、唇瓣、子房等之「其他部位」。唯恐通氣管有漏氣，每組通氣管之入氣與出氣每小時測定流速，必須入氣與出氣相近似。

乙烯之測定採用不間斷吸收法以避免定期取樣造成疏漏。使用此法時，先使通氣管流出之氣體流經含過氯酸汞溶液之濕紙巾以吸收乙烯，定時取出紙巾，密封於小三角瓶內，打入氯化鋰溶液以釋出乙烯，再測定其中乙烯之濃度，換算成 nl/organ/hr，詳細方法請參考黃之報告[3]。

四、花朵不同部位 ACC 氧化酶之活性

測定 ACC 氧化酶之活性時，各部位之取樣如下：

花瓣：取一花瓣，以打孔器（直徑 7mm）均勻的打孔取 5 圓片。

花萼：取上萼片，同花瓣一樣取 5 圓片。

唇瓣：以同樣方法取唇瓣中央及兩側三角型突出處，共取 3 片。

蕊柱：切片成 6 片。

子房：全部切成 6 段。

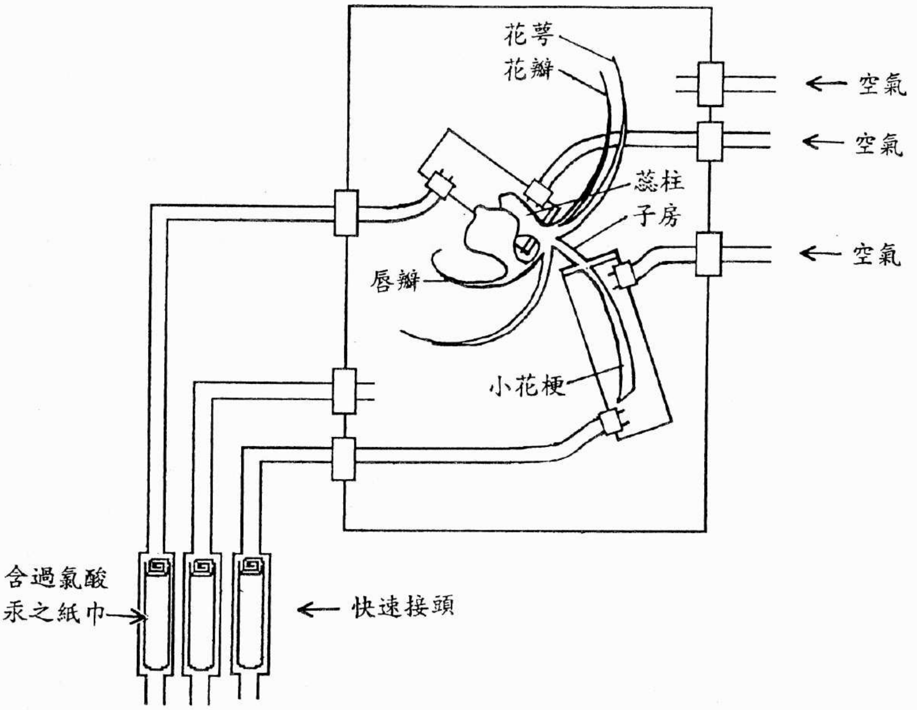


圖1. 以通氣方式測定蝴蝶蘭花朵各部位之乙烯生成之裝置簡示圖，測定部位分爲蕊柱、小花梗和包括花瓣、花萼、唇瓣、子房之「其他部位」等三個部分。

Fig. 1. Device for *in situ* measurement of ethylene production of column, pedicel and the remaining part of 'TS-62' *Phalaenopsis* floret. The remaining part reprepresents all parts other than column and pedicel.

小花梗：取中央區切成 6 小段。

各樣品切片切段後，稱重，浸入含 ACC 溶液之小試管內。溶液成份爲 1mM ACC，30 mM 抗壞血酸鈉，0.1M 硫酸鐵，1mM CHI。放入眞空玻璃罐中，減壓至1/2大氣壓，維持 1 分鐘後恢復 1 大氣壓，取出樣品，以紙巾大略吸乾後，各別放入小試管中，在 20°C 下密封 2 小時後，測乙烯濃度。

五、花朵不同部位電解質滲漏之測定

於貯藏前、貯藏期間、貯藏後取樣測定各部位之電解質滲漏值：

花瓣：取一瓣選中央區切小塊，5×5mm 大小，共25小塊。

花萼：同於花瓣。

唇瓣：取 1 個側面突起處，切成12片。

蕊柱：切成薄片，共 6 片。

子房：全部切成 6 小段。

小花梗：取中央部分約1.5公分，切成12小段。

將切好之材料浸於含 3.5ml 0.4M Manitol 之塑膠試管內，在 20°C 下浸漬20～24小時後

，以 Vortex 振盪一下，以電導度測定儀（Conductivity meter，廠牌：Radiometer Copenhagen，Model：CDM83）測得之電導度爲 ECa。移置−23°C 下冷凍隔夜，次日取出回溫至 20°C，再測電導度爲 ECb，算出電解質滲漏率 EC%＝ECa/ECb×100。

結　果

一、花朵不同部位外觀之老化

15°C貯藏之花朵在瓶插7日期間，各部位均維持在良好的狀況（圖2A），7°C冷藏者，瓶插時蕊柱老化最快，第三天開始快速老化，子房與小花梗略慢一些，花瓣、花萼、唇瓣最慢，於第4天開始輕微老化（圖2B）。子房和小花梗老化時只會褪色，不易由外觀明確判斷，唇瓣外觀之劣化也不易明確判斷。

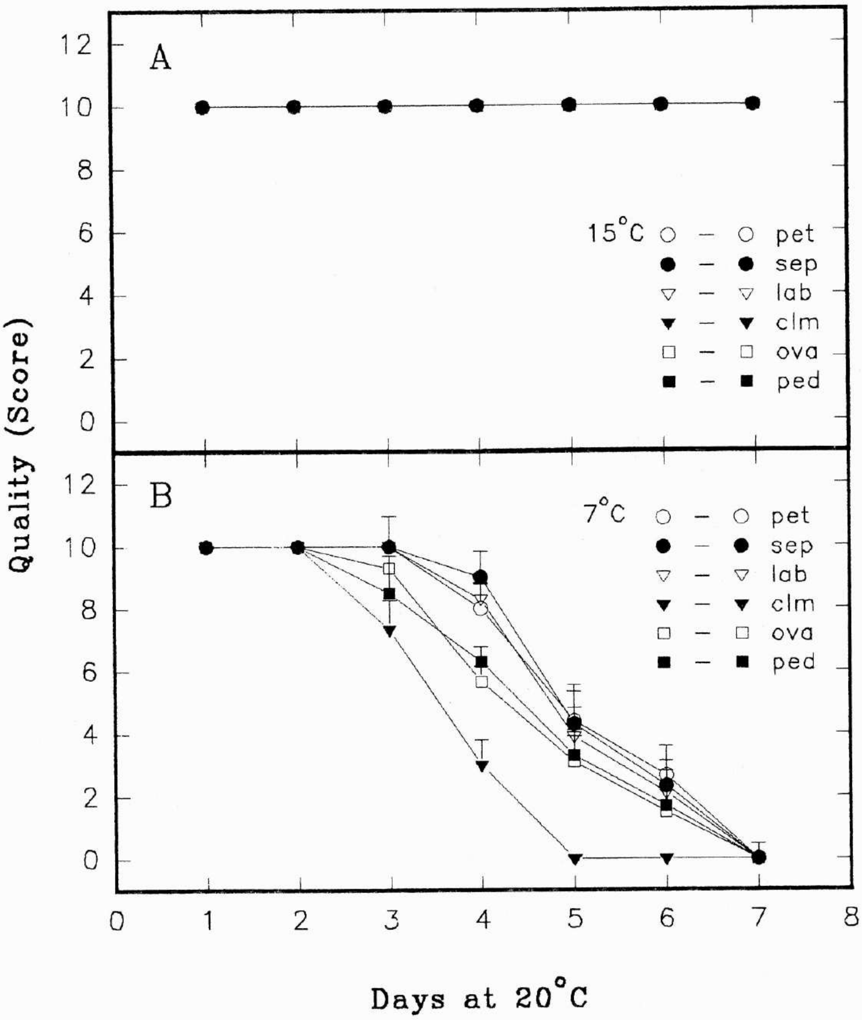


圖2. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C與7°C貯藏10日後瓶插於20°C下，花朵各部位之品質變化，品質和鮮採相同者評分爲10分、完全老化者爲0分。

Fig. 2. Quality changes of differet parts of'TS-62'*Phalaenopsis* floret after storage at 15°C and 7°C for 10 days.
pet: petal, sep: sepal, lab: labellum, clm: column, ova: ovary, ped: pedicel. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

二、花朵不同部位之乙烯生成

(一)部位切離後密封測定

花朵於7°C冷藏10天後各部位之乙烯生成均較15°C貯藏者提高（表1），蕊柱最早產生乙烯，生成率也一直最高，在第5日達到最高點，乙烯生成率爲39.6nl／g／hr，之後逐漸下降。和蕊柱臨近的子房以及往下的花梗也都有不少的乙烯生成。花瓣與花萼也可以測出乙烯，其量最低，唇瓣則略多一些。15°C對照組各部位產生的乙烯均很低，到第7日突然劇升，尤其是蕊柱與子房，顯示有部分花朵已開始老化。

表1. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C、7°C貯藏10日後於20°C瓶插期間花朵各部位切離密封2小時後之乙稀生成

Table 1. Ethylene production of detched parts of 'TS-62'*Phalaenopsis* floret in the vase at 20°C after storage at 15°C and 7°C for 10 days

Storage temp.	Flower parts[y]	Ethylene production (nl／g／hr)[z]							
		Days at 20°C							
		0	1	2	3	4	5	6	7
15°C	clm	0.09±0.13[x]	0.06±0.05	0.02±0.00	0.09±0.09	0.21±0.19	0.04±0.02	0.02±0.01	53.67±19.69
	ova	0.00±0.00	0.00±0.00	0.03±0.02	0.02±0.01	0.03±0.02	0.00±0.00	0.10±0.09	6.18±2.52
	ped	0.02±0.01	0.00±0.00	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.00	0.01±0.01	0.03±0.02	2.03±0.60
	pet	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.05±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	0.04±0.01	0.69±0.68
	sep	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.01	0.05±0.02	0.03±0.04	0.00±0.00	0.03±0.01	0.19±0.27
	lab	0.05±0.05	0.06±0.09	0.04±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.01	0.01±0.02	2.02±0.89
7°C	clm	1.16±0.41	3.09±2.80	8.43±7.16	20.91±5.37	18.06±10.92	39.61±18.77	17.77±13.69	13.08±10.70
	ova	0.08±0.06	1.04±0.69	0.27±0.18	1.99±1.34	0.44±0.40	3.26±1.98	1.10±0.30	1.32±0.81
	ped	0.58±0.24	1.75±0.09	0.76±0.34	1.39±0.54	2.47±0.81	2.85±1.67	2.70±0.70	1.11±0.46
	pet	0.00±0.00	0.06±0.06	0.02±0.01	0.13±0.05	0.14±0.06	0.26±0.17	0.32±0.04	0.80±0.25
	sep	0.00±0.00	0.20±0.01	0.04±0.01	0.15±0.01	0.16±0.06	0.35±0.07	0.44±0.07	0.87±0.45
	lab	0.08±0.06	0.00±0.00	0.70±0.04	0.70±0.23	0.31±0.17	1.48±0.64	0.77±0.37	1.28±0.48

[z] Ethylene production was measured after each part had been sealed for 2 hours.

[y] clm: column 蕊柱，ova: ovary 子房，ped: pedicel 小花梗，pet: petal 花瓣，sep: sepal 花萼，lab: labellum 唇瓣

[x] Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

(二)部位不切離直接測定

(1)以密封方式測定

花朵於7°C貯藏10天後，於瓶插第5日以密封方式直接在花朵上測定各部位之乙烯生成，結果如表二，蕊柱之乙烯生成率並不高，約1.88nl／g／hr，和包括花瓣、花萼、唇瓣、子房等「其他部位」之乙烯生成率（1.72nl／g／hr）相似（表2），反而以小花梗之乙烯生成速率最高。以整個部位之乙烯生成速率而言，因爲「其他部位」所佔之重量很高，其乙烯生成有8.28nl／g／hr，佔整朵花乙烯生成之73%左右。

表2. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C、7°C貯藏10日後於20°C瓶插第5日花朵不同部位不切離密封2小時之乙烯生成

Table 2. Ethylene production of different parts of intact 'TS-62' *Phalaenopsis* floret on the 5th day after removal into 20°C from storage at 15°C or 7°C for 10 days

Storage temp.	Flower parts[y]	Ethylene production[z]	
		nl/g/hr	nl/organ/hr
15°C	clm	0.16±0.09[x]	0.03±0.01[x]
	ped	0.19±0.014	0.08±0.05
	oths	0.00±0.00	0.00±0.00
7°C	clm	1.88±0.45	0.29±0.03
	ped	6.96±1.79	2.77±0.37
	oths	1.72±0.32	8.28±0.66

[z] All the parts were kept attached to the floret. Ethylene production was measured after each part had been sealed for 2 hours.

[y] Clm：Column, ped: pedicel, oths: the remaining parts other than column and pedicel.

[x] Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

於7°C貯藏10天後之花朵，於瓶插第4日，以密封法測得不切離小花梗之乙烯生成約爲0.61nl/g/hr，立即切離後再密封測定，則乙烯生成下降爲未切離時之1/3（表3），顯示切離會降低乙烯之測定值。

表3. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C、7°C貯藏10日後於20°C瓶插第4日小花梗不切離與切離之乙烯生成率

Table 3. Ethylene production of pedicel attached to or detached from 'TS-62' *Phalaenopsis* floret on the 4th day after removal into 20°C from storage at 15°C or 7°C for 10 days

Storage temp.	Treatment	Ethylene production[z] (nl/organ/hr)
15°C	attached	0.01±0.01[y]
	detached	0.00±0.00
7°C	attached	0.61±0.17
	detached	0.22±0.11

[z] Ethylene production was measured after the pedicel had been sealed for 2 hours.

[y] Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

(2)以通氣方式測定

以通氣系統連續測定花朵各部位之乙烯生成速率，並記錄其老化情形，結果如圖3，15°C貯藏之花朵在觀察期間並無任何老化之跡象，也只產生很微量的乙烯。7°C貯藏之花朵於第4日明顯開始老化，且於第2日開始有乙烯之上升，於第4日到達高峰，其中以「其他部位」產生量最高（圖3）。蕊柱體積小，產生乙烯不多，但於貯藏後1.5日有明顯的乙烯上升。

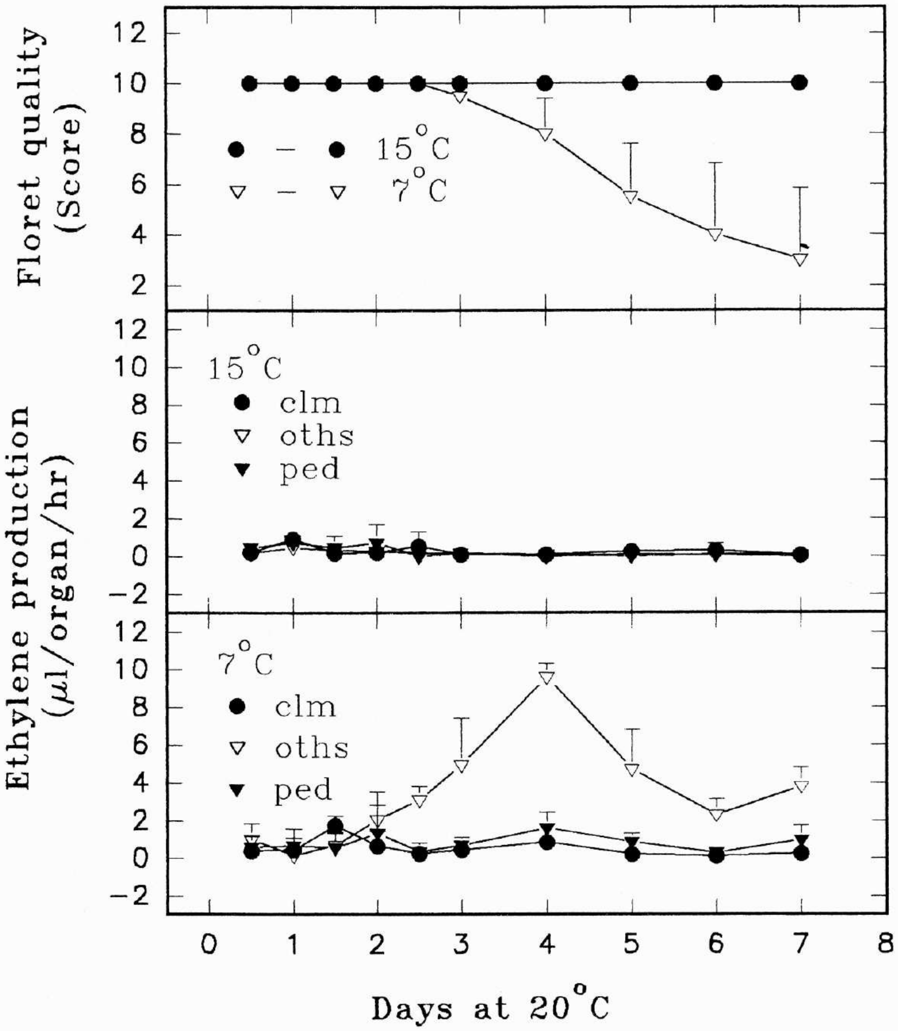


圖3. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C與7°C貯藏10日後蕊柱、小花梗和包括花瓣、花萼、唇瓣、子房等「其他部位」不切離測得之乙烯生成。

Fig. 3. *In situ* ethylene production of column, pedicel and the remaining part of 'TS-62' *Phalaenopsis* floret after storage at 15°C and 7°C for 10 days.
Oths represents the remaining parts other than column and pedicel. Each datum represents the average of 2 replications with standard error.

三、花朵不同部位 ACC 氧化酶（ACO）之活性

經7°C貯藏之花朵，所有部位之 ACO 活性均比15°C高很多（圖4）。經15°C貯藏之花朵其 ACO 活性最高之部位是蕊柱，也只有24 nl／g／hr，其他部位均低於5 nl／g／hr。而經7°C貯藏之花朵，其 ACO 活性最高之部位爲蕊柱與子房，高達350 nl／g／hr，最低之部位是花瓣與花萼，也可高到40 nl／g／hr，表示7°C低溫處理會誘發花朵各部位大量之 ACO 活性。

7°C貯藏者以蕊柱、子房之 ACO 上升最早也最高（圖4B），小花梗之 ACO 活性很早就上升，但活性和唇瓣一樣居於蕊柱和花瓣之間。花瓣和花萼之 ACO 活性則最低。花瓣和花萼之 ACO 活性雖然較低，但是如果有足夠的 ACO 仍可催化產生25～50 nl／g／hr 的乙烯（圖4B），而寒害花朵

之花瓣或花萼實際之乙烯生成均在1 nl／g／hr 以下，由此可知花瓣乙烯生成率偏低，ACO 可能不是限制因子。

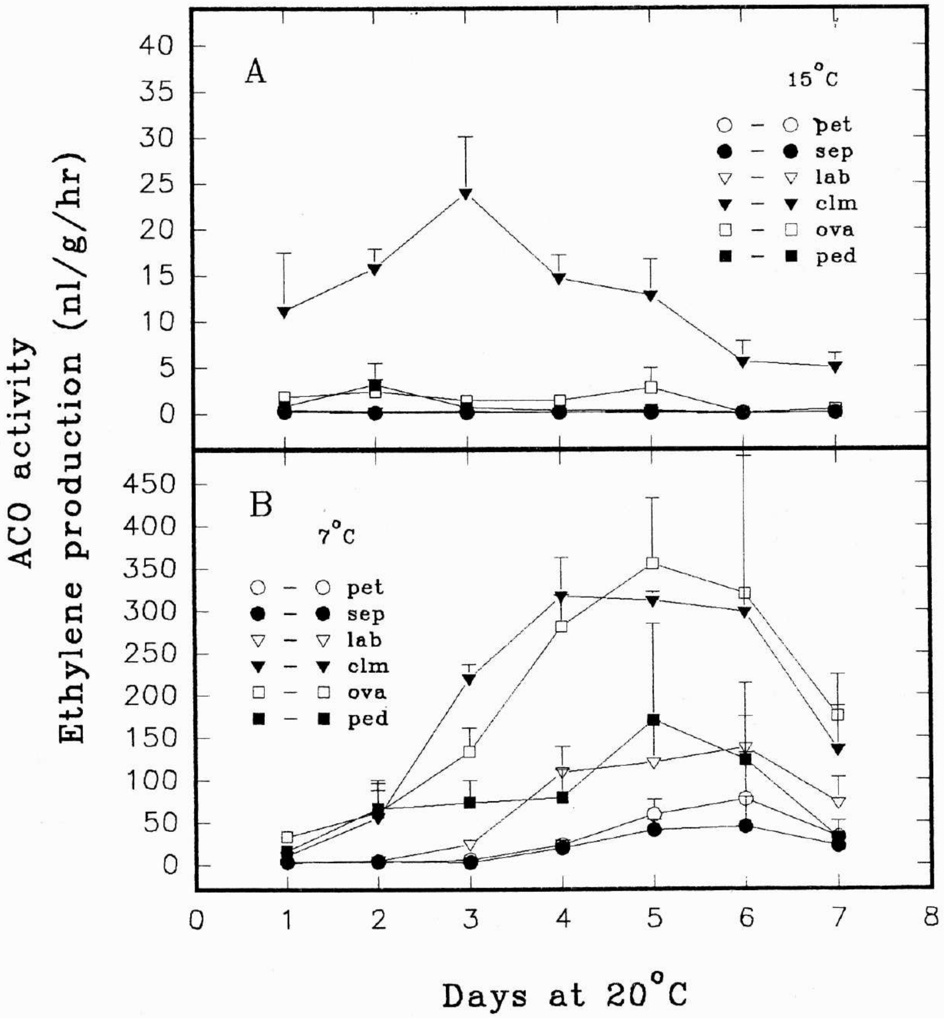


圖4. 'TS-62'蝴蝶蘭花朵經15°C與7°C貯藏10日後瓶插時花朵各部位 ACC 氧化酶之活性。

Fig. 4. ACO activity of different parts of 'TS-62' *Phalaenopsis* floret after storage at 15°C and 7°C for 10 days.
pet: petal, sep: sepal, lab: labellum, clm: column, ova: ovary, ped: pedicel. Each datum represents the average of 6 replications with standard error.

四、花朵不同部位之電解質滲漏

花朵各部位之電解質滲漏值於7°C冷藏期間即開始提高，冷藏第10日，蕊心柱和小花梗之滲漏均已高到50%以上（圖5）。移溫20°C後有部位（如蕊柱）開始下降，有些部位（花瓣、花萼、唇瓣）則於移溫1日後下降，這些部位於2日後又上升（圖5）。小花梗之電解質滲漏值在冷藏期間可提高到60%左右，在移溫後並沒有下降，且一直維持在很高的狀態（圖5），顯示小花梗可能受到的傷害很大。

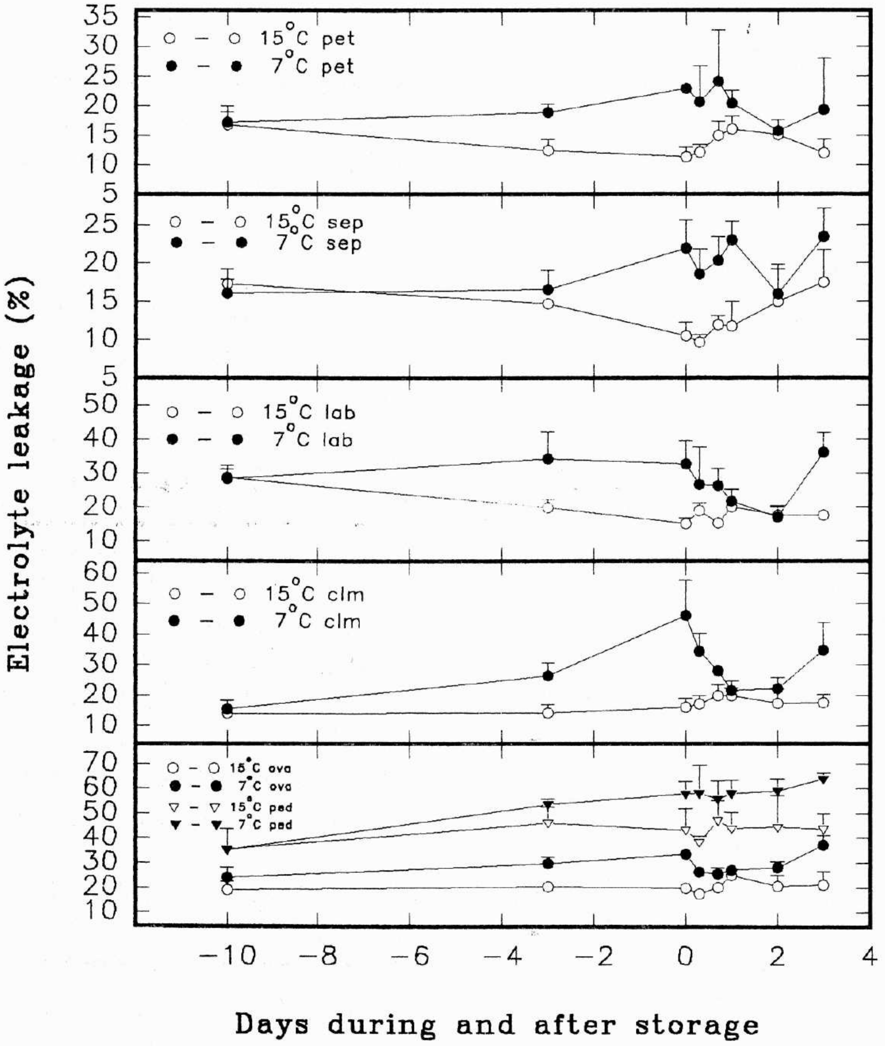


圖5. 'TS-62' 蝴蝶蘭花朵於15°C與7°C10日貯藏期間及瓶插時花朵各部位之電解質滲漏情形。日數負值表示在冷藏中，0天表示自冷藏庫移到20°C之日。

Fig. 5. Electrolyte leakage of different portions of 'TS-62'*Phalaenopsis* floret after storage at 15°C and 7°C for 10 days. Negative days means during cold storage, 0 day means removal from cold storage into 20°C
pet: petal, sep: sapal, lab: labellum, clm: column, ova: ovary, ped: pedicel. Each datum represents the average of 6replications with standard error.

冷藏期間電解質滲漏之測定常於出庫後立即測定，剛出庫之材料溫度低，但應該不會影響測定值，因爲出庫後0.3日、0.7日之材料是已回溫之測定值，此和0日（剛出庫低溫）之電解質滲漏值非常相近，因此冷藏期間取樣測定之數值應是可靠的。

討　　論

綜合本研究之結果，顯示受到寒害之蝴蝶蘭花朵提早老化時，花朵各部位之老化速率並不一致。以蕊柱之老化速率最快，於冷藏後第3日開始至第5日即完全老化；花瓣、花萼之老化速率最慢，於第

4日才開始；子房和小花梗則居中(圖1)。康乃馨花朵在授粉後會使花瓣產生乙烯及老化[16]，花瓣受到外加乙烯而萎凋時，子房跟著膨大[13]，花瓣中的許多養分流到子房，供子房發育[15]。蝴蝶蘭花朵授粉後，花瓣乾縮時，子房也跟著膨大，授粉產生的乙烯是促使子房發育之重要條件[27]。顯然授粉後花瓣老化和子房發育成爲一種供需之現象。但是受到寒害之蝴蝶蘭花朵老化時，花瓣並不會乾縮，而是垂軟後水浸斑擴大，以至腐爛；柱頭、子房也不會膨大，而是黃化程度不斷加深，以至成爲深褐色。因此寒害花朵之老化雖然也是從蕊柱開始，但內在之反應和授粉花朵之老化應該不相同。

受到寒害之蝴蝶蘭花朵不同部位之乙烯生成，由測定方法不同，所得結果不一樣。以切離法測定，顯示蕊柱是反應最快、最強烈之部位（表1）。但以不切離法測得蕊柱之乙烯生成並不高，和花瓣等其他部位相同（表2）。以部位乙烯生成量而言，含花瓣之「其他部位」生產之乙烯遠比蕊柱高（表2、圖3）。小花梗則相反，切離後測得之乙烯生成不高，而不切離則很高（各爲2.85、6.96nl／g／hr表1、表2）；由同一朵花之小花梗在切離前與切離後分別測定其乙烯生成速率，發現切離會使乙烯下降3倍（表3），顯示切離可能會使乙烯逸失，也表示未切離時所測得之乙烯或其前趨物 ACC 可能來自其他部位。此亦說明不切離之蕊柱測得之低乙烯生成，可能是蕊柱之乙烯或其前趨物 ACC 流到「其他部位」去了。同樣的， Woltering[23]測得東亞蘭花朵切離之蕊柱有很高的乙烯生成速率（4.0 nl／g／hr），不切離則變得很低（0.4 nl／g／hr），而其他部位則相反，於切離時很低而未切離則很高。O'Neill[18]亦曾報導授粉之蝴蝶蘭花朵整朵測得之乙烯比各部位切離測定之總和爲高，說明切離使乙烯逸失之可能性。Woltering[23]將具放射性標示之 ACC 加於東亞蘭花朵之柱頭，可以在花瓣測得具放射性之乙烯，而且花柱以外之部位產生之乙烯較花柱爲高，說明花朵部位間 ACC 或乙烯流通之現象，以及乙烯自蕊柱以外部位釋放之量較多之原因。ACC 和乙烯在花朵不同部位間流通是很平常的情況[6]，因此以切離和不切離方式測得花朵部位之乙烯生成並不一致是可以解釋的。由切離方式所測得之結果顯示各部位本身所具有之乙烯生成能力；由不切離方式所測得之結果則顯示各部位在自然、正常情況下之乙烯生成。本結果也顯示蝴蝶蘭花朵在受到低溫逆境後之乙烯生成可能是花朵各部位互相分工配合之結果，很可能乙烯或其前趨物 ACC 主要先由蕊柱生成，再向其他部位移送，經由各個部位之 ACO 轉化成爲乙烯。

由電解質滲漏測定之結果，顯示在冷藏期間花朵各部位之電解質滲漏均已提高，於冷藏第7日即很顯著，表示花朵在冷藏期間各部位均已受到傷害。冷藏後瓶插之1～2日間，除小花梗外，電解質滲漏均會下降。從早期之試驗得知，7°C冷藏後有些花瓣產生之水浸傷害，在瓶插後2～3日間會消失，表示這些冷藏間受傷之花瓣，在移溫後可能有修補之作用。在本研究中各部位之電解質滲漏在移溫後會下降，很可能表示這些部位組織在進行膜的修補工作。瓶插2日後電解質滲漏又快速上升，表示這些部位可能開始老化。小花梗冷藏後電解質滲漏一直沒有下降，可能意味這個部位於移溫時已沒有修補膜的能力了。移溫後各部位電解質滲漏下降，表示膜有趨於正常之作用，或許可依此作爲寒害是否可逆之參考。

蝴蝶蘭花朵之電解質滲漏在冷藏期間已經開始增加，這和測定玫瑰花瓣膜之微黏性反應在低溫下已產生變化之現象相同[8,21]。蝴蝶蘭花朵在5至15°C低溫貯放10日間乙烯生成均低於測定範圍（資料未附），乙烯生成大都於移溫後才出現（表1），因此電解質滲漏是蝴蝶蘭花朵低溫傷害最快顯現的反應，此和 Mayak 和 Faragher[11]認爲膜的變化是低溫促進老化之原始點，乙烯是後來才發生的論點相似。

蝴蝶蘭花朵在受到寒害後，其 ACO 活性會明顯增加，幅度達數十倍以上（圖4），是一項很明顯的變化。花瓣和花萼的增加幅度雖是最低，但如果有足夠的 ACC 供應，仍可催化產生25-50 nl／g／hr 之乙烯，此可以說明不切離之花瓣及花萼（其他部份）之乙烯生成量是整朵中最高的部位。由 ACO 活性之大小，可看出各部位中反應最快，變化最大的是蕊柱及子房；反應最慢，變化最小的是

花瓣和花萼；唇瓣和小花梗居中（圖 4），此結果和各部位外觀老化及切離法測得乙烯生成之變化順序相類似（圖 2）。由於從外觀判斷部位老化有些部位之老化不易明辨，因此由 ACO 活性變化來確定寒害花朵不同部位之反應是較爲確定之方法。再由電解質滲漏之測定結果，顯示蕊柱和小花梗是滲漏最大之處，花瓣與花萼最低。綜合這些結果似可確定蕊柱可能是蝴蝶蘭花朵發生寒害時反應最快最強烈之部位，花瓣及花萼則反應最慢變化最小，唇瓣居中，而子房與小花梗之變化在某些方面如 ACO 活性，或電解質滲漏亦很強烈。

誌　謝

本研究爲第一作者博士論文之一部分，本研究部分經費承蒙行政院農業委員會計劃補助（83科技-2.2-糧-32），謹此致謝。

引用文獻

1. 李　咋。1988。蝴蝶蘭之生長與開花生理。蘭花生產改進研討會專集。21-32頁。臺東區農業改良場編印。
2. 林雨森。1988。蝴蝶蘭切花採收後生理與老化。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
3. 黃肇家。1995。蝴蝶蘭切花低溫生理障礙之研究。國立臺灣大學園藝研究所博士論文。
4. 黃肇家、林學正、王怡玎。1988。改善蝴蝶蘭切花採收後品質之研究。蘭花生產改進研討會專集。33-40頁。臺東區農業改良場編印。
5. Arditti, J., N. M. Hogan, and A. Chadwick, 1973. Post-pollination phenomena in orchod flowers, IV. Effects of ethylene. Amer. J. Bot. 60:883-888
6. Borochov, A, and W. R. Woodson, 1989. Physiology and biochemistry of flower petal senescence. Hort. Rev. 11:16-43
7. Burg, S. P., and M. J. Dijkman, 1967. Ethylene and auxin participation in pollen induced fading of vanda orchid blossoms. Plant Physiol. 42:1648-1650.
8. Faragher, T. D., E. Wactel. and S. Mayak, 1987. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. Plant Physiol. 83:1037-1042.
9. Gilissen, L. J. W. and F. A. Hoekstra, 1984. Pollination-induced corolla wilting in *Petunia hybrida* rapid transfer through the style of a wilting-inducing substance. Plant Physiol. 75:496-498.
10. Halevy, A. H. 1986. Flower senescence. pp. 142-161. In:Lesham, Y., A. H. Halevy, and C. Frenkel (eds). Process and Control of Plant Senescence. Elsevier Science Publisher. Amsterdam. The Netherlands.
11. Mayak, S. and J. D. Faragher, 1986. Storage environment related stresses and flowers senescence, Acta Hort. 181:33-43.
12. Nadeau, J. A., X. S. Zhang, H. Nair, and S. D. O'Neill, 1993. Temporal and spatial regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase in the pollination-induced senescence of orchid flower. Plant Physiol. 103:31-39.
13. Nichols, R. 1976. Cell enlargement and sugar accumulation in the gynoecicm of glasshouse carnation (*Dianthus caryophyllas* L.) induced by ethylene. Planta. 130:47-52.
14. Nichols, R., 1977. Sites of ethylene production in the pollinated and unpollinated senescing carnation (*Dianthus caryophyllus)*inflorescence. Planta 135:155-159.
15. Nichols, R. and L. C. Ho, 1975. An effect of ethylene on the distribution of 14 C-sucrose from the petals to other parts in the senescent inflorescence of *Dianthus Caryophyllus.* Ann. Bot. 39:433-438.
16. Nichols, R., G. Bufler, Y. Nor, D. W. Fujino, and M. S. Reid, 1983. Changes in ethylene production and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content of pollinated carnation flowers, J. Plant Growth Regul. 2:1-8.

17. Nichols, R. and C. E. Frost, 1985. Wound-induced production of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and accelerated senescence of petunia corollas. Scientia Hortic. 26:47-55.

18. O'Neill, S. D., J. A. Nadeau, X. S. Zhang, A. Q. Bui, and A. H. Halevy, 1993. Interorgan regulation of ethylene biosynthetic genes by pollination. The Plant Cell. 5:419-432.

19. Pech, J.C., A. Latche, C. Larrigaudiere, and M. S. Reid, 1987. Control of early ethylene synthesis in pollinated petunia flowers. Plant Biochem. 25:431-437.

20. Saltveit, M. E. and L. L. Morris, 1990. Overiew on chilling injury of horticultural crops. pp. 1~15. In: C. Y. Wang(ed). Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press, Inc. Florida.

21. Suttle, J. C. and M. Kende. 1980. Ethylene action and lose of membrane integrity during petal senesence in Tradescantia. Plant Physiol. 65:1067-1072.

22. Withner, C. L., P. K. Nelson, and P. J. Wejksnora, 1974. The anatomy of orchids. pp. 267-347. In: Withner, C. L.(ed). The Orchids Scientific Studies. John Wiley and Sons

23. Woltering, E. J. 1990. Interorgan translocation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and ethylene coordinates senescence in emasculated cymbidium flowers. Plant Physiol. 92:837-854.

24. Woltering, E. J., and F. Harren, 1989. Role of rostellum desiccation in emasculation-induced phenomena in orchid flowers. J. of Expt. Botany. 40:907-912.

25. Woltering, E. J., F. Harren, and H. A. M. Boerrigter, 1988. Use of a laser-driven photoacoustic detection system for measurement of ethylene production in cymbidium flowers. Plant Physiol. 88:506-510.

26. Woltering, E. J., H. Overbeesk, and F. Marren, 1991. Ethylene and ACC:Mobile wilting factors in flowers. Acta Hort. 298:47-59.

27. Zhang. X. S., and S. D. O'Nell. 1993. Ovary and gametophyte development are coordinately regulated by auxin and ethylene following pollination. The Plant Cell. 5:403-418.

Senescence, Ethylene Production and Electrolyte Leakage of Different Parts of Chilled *Phalaenopsis* Flower[1]

Chao-Chia Huang[2], Mei-Hwei Pan[2] and Tsu-Tsuen Wang[3]

Summary

This study investigates the senescence, ethylene production and eletrolyte leakage of different parts of chilled *Phalaenopsis* flower, The vase life of *Phalaenopsis* flower was reduced to halve after being stored at 7°C for 10 days. Symptoms of senescence first appeared on the column, followed by ovary and pedicel; while petal, sepal and labellum were the lowest. Ethylene production from each flower parts were measured from either excised flower parts or intact flower. A visible and rapid increase in ethylene production was observed in excised column. Its ethylene production rate peaked on the 5th day with value near 40 nl/g/hr. Ovary, pedicel and labellum were about one tenth of that of the column, and excised sepal and petal produced almost no ethylene. When ethylene production rate was measured by sealing intact flower parts directly, the highest ethylene produciton rate was observed with the pedicel, and the column produced very small amount of ethylene at 1.88 nl/g/hr. However, the ethylene production rate was reduced to one third when the pedicel was excised right after the above measurement. Ethylene production from intact flower parts were also monitored by using a flow-through system. Flower parts including petal, sepal, ovary and labellum all together were the major site of ethylene production, which began to increase on the 2nd day and reached a peak on the 4th day, coincide with the fading of perianth. Marked increases in ACC oxidase activity were observed in all flower parts after chilling treatment. In column, ovary and pedicel, ACC oxidase activity started to increase on the 2nd day and the former two continued until the 5th day, reaching a peak value of 350 nlC_2H_4/g/hr. In labellum, petal and sepal, ACC oxidase started to increase after 3 days and reached a smaller peak on the 6th day. Changes in ACC oxidase activity marthes well with the changes in ethylene production in excised flower parts. Increase in electrolyte leakage were observed in all flower parts during cold storage with the column and pedicel increased most. Except the pedicel, all other flower parts showed decrease in eletrolyte leakage upon removal from cold but increased again after 2 days. Our results indicated that each flower part responded differently toward chilling treatment. The column seemed to be the most sensitive part in response to chilling stress, while the ovary, the pedicel and the labellum followed, with the petal and the sepal being the slowest to respond. Our result also suggested that the chilling induced ethylene production and senescence in *Phalaenopsis* flower might be the result of cooperation of different flower parts, similar to that of pollination. Ethylene biosynthesis was rapidly induced in the column after chillig treatment. The ethylene or ACC formed in the column may induce ethylene production in other flower parts such as petal and sepal, and resulted in the eventual senescence of the flower.

Key words : *Phalaenopsis* flower, Chilling injury, Ethylene production, ACC oxidase, Electrolyte leakage.

---

1. Contribution No.1898 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by grants from Council of Agriculture, Executive Yan, ROC.
2. Respectively, Associate Researcher, Project Assistant, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：181～189（1997）

有機質肥料之主成分含量及其變異[1]

李艷琪　連　深[2]

摘要：於1991～1995年間採集市售及肥料製造業者（包括農牧廢棄物處理中心）之有機質肥料樣品共326個（含189個品牌），依其材料性質分爲，動、植物質有機肥料，堆肥（雞糞堆肥、豬糞堆肥、牛糞堆肥、樹皮堆肥）及雜項有機質肥料，測定各類肥料之主成分及重金屬含量（均以乾物%表示）。重金屬含量之調查結果已經報告。本文報告各類有機質肥料之有機質、氮、磷、鉀、鈣、鎂等主成分含量及其變異情形。

各種堆肥中有很高樣本頻率有機質含量未達規格標準。有機質含量偏低者與其灰分含量或鈣含量偏高有關。故堆肥中有機質含量之規範尚有檢討必要。

各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮含量變域很大。全氮含量高於1.5～2.0%者即有含無機態氮機率，而全氮含量高於3%者，其機率大增。爲避免施肥不當，各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮含量高於2.0者，無機態氮含量之標示誠有必要。各種堆肥和雜項有機質肥料在製造過程中所使用之有機資材種類、比例等亦應標示，以利其施用後之氮素礦化率預測。

關鍵詞：有機質肥料、有機質、主成分、可溶性氮含量。

前　言

近年來由於農畜廢棄物之大量產出，其妥善處理乃成爲環境之一大課題。爲促使此等農畜產廢棄物回歸土壤，有機質肥料之使用乃受到很大的鼓勵。惟有機質肥料種類多，成分複雜，許多且含有重金屬，故其品質亦受重視。據農林廳資料(1)，本省有機質肥料製造業者，截至1997年4月底，已取得肥料登記證者共227件。市售有機質肥料如包括尚未登記者，其數當會更多。由於原料之來源複雜及產製方式之多樣化，有機質肥料在品質上有極大的差異。本研究第一階段乃於1991～1993年內採集市售及肥料製造業者（包括農業廢棄物處理中心）所生產之有機質肥料共216個（含170個品牌，故部分品牌係在不同年度重複採取），依其材料性質分爲動植物質有機肥料、堆肥和雜項機質肥料，測定各類肥料之銅、鋅、鉻、鎳、鎘、鉛、砷含量，並與現行「肥料規格」有關規範比較，結果已發表(3)。

因有機質肥料之用量大，且爲增進地力，常需長期施用，故肥料中有機質和氮、鄰、鉀等要素之含量，乃至所含有機質分解和氮磷要素礦化之難易等亦倍受關切。因有機質肥料之種類多，彼此間且有混合或摻化學肥料等情形，對於現有各類有機質肥料中有機質和氮、磷、鉀等要素含量及其變異，乃有加以調查、了解必要。

本調查所分析之各種有機質肥料樣品數共有326個，其中之216個，如上述，係於1991～1993年所採，而其餘110個則於1993～1995年間繼續採得。326個樣品實含189個品牌，故部分品牌係在不同年度重複採；若干品牌且有連續四年之採樣。預料此項調查可以繼續，所建資料除了可供分類考察外，亦可供追蹤；可爲規範有機質肥料品質之參考依據。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1899號。
2. 本所農化系助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

一、樣本之採集及分類

本調查（1991～1995年）所採集之有機質肥料，依各肥料之主要原料分爲㈠動、植物質有機肥料。㈡堆肥和㈢雜項有機質肥料三大類。動、植物質有機肥料包括各種油粕及米糠粕、花生殼粉等植物質有機肥料，魚渣、肉渣、蒸製骨粉、蒸製羊毛粉等動物質有機肥料，均屬最早之市售有機質肥料；我國「肥料品目及規格表」」[2]中編號5之01至39各種有機質肥料屬此。以不同動、植物質有機肥料混合所成之有機質肥料，則稱爲混合有機質肥料，「肥料品目及規格表」中編號5之61之「混合有機質肥料」屬此。堆肥原屬農家自製（以農場廢棄物藁稈和禽畜糞堆製）自用之自給肥料，但自農林業及畜牧業發展，有關廢棄物（樹皮、廢棄太空包木屑及禽畜糞等）大量產出後，其堆製方法工程化，許多產品亦已商業化市售；我國「肥料品目及規格表」中編號5之53（原品名禽畜糞堆肥，現已修改爲一般堆肥）、5 之54（現已定爲蛋雞糞堆肥，原品名爲樹皮堆肥）、5 之56（樹皮堆肥）及5之59（垃圾堆肥，原品目編號爲5之90）各種有機質肥料屬此。雜項有機質肥料主要含蓋堆肥與動植物質有機肥料混合所成之各種有機質肥料；「肥料品目及規格表」中編號5之62之雜項有機質肥料屬此。各類有機質肥料之樣品數如表 1 。

表 1. 採集之有機肥料類別及樣品數

Table 1. Classification of organic manures and the numbers of samples collected

Category	No. sample	No. brand^z	No. registered^y	Raw materials
1. Organic manures of animal or vegetable origin	79	42	42	
(1)Oil cake meal	(32)	(30)	(30)	soybean meal, cotton seed meal, vegetable seed meal, etc.
(2)Other vegetable organic manures	(33)	(3)	(3)	peanut husk meal, rice bran, etc.
(3)Organic manures of animal origin	(14)	(9)	(6)	meals of wool, bone, leather waste, and fish scrap etc.
2. Composts	152	62	35	
(1)Poultry and livestock waste compost	(136)	(54)	(31)	poultry, swine, cattle feces, saw dust, rice husk, etc
a.Poultry waste compost	(58)	(23)	(15)	poultry feces, saw dust, rice husk, etc
b.Swine waste compost	(54)	(23)	(13)	swine feces, saw dust, rice husk, etc
c.Cattle waste compost	(24)	(8)	(3)	cattle feces, rice husk, etc.
(2)Bark compost	(16)	(8)	(4)	bark
3. Miscellaneous organic manures vegetable origin, etc.	95	85	30	mixtures of composts and organic manures of animal or vegetable origin, etc.
Total	326	189	107	

^{z} No. brand of samples
^{y} No. registered fertilizer of samples

二、水分及肥料成分之分析

本調查肥料樣本成分之分析結果除了水分係以現品重量（%）表示外，其餘各種肥料成分之含量均以乾物（%）表示。

㈠水分：以樣品烘乾至恒重，所減少之重量爲水分含量[9]。

㈡有機質（灼燒法）：烘乾後之樣品，在550～600°C灰化4小時，以燃燒前後之重量差測得有機

質含量。日本地力增進法中規定泥炭及腐植酸資材均需標示有機質含量，而其公定之測定法即是灼燒法[4]惟本法對於一些摻有硫酸銨或以硫酸處理羽毛等所得之有機質肥料，則有高估其有機質含量現象，宜應注意。

(三)灰分：樣品在550～600°C灰化4小時後，其殘留者即爲灰分[11]。

(四)全碳：以元素分析儀測定[6]。

(五)全氮：以元素分析儀測定[6]。

(六)碳氮比：以元素分析儀所測得之全碳量除以同儀器所測得之全氮量得之。

(七)銨態和硝酸態氮：樣品經水萃取後過濾[7]濾液以自動分析儀測定銨態氮[8]和硝酸態氮含量[10]。

(八)其他要元素：稱取烘乾堆肥 1 克，經550°C灰化後，加 5 毫升濃硝酸在水浴上加熱至快乾涸時，再加25毫升鹽酸（1：5），再加熱20分鐘，稀釋定量至50毫升，以 ICP（感應耦合電漿分光光度計）測定磷、鈣、鎂等要素含量。以燄光度計測定鉀含量[5]。

三、資料檔（Data base）之建立

本調查於不同年度所採及分析之各種有機質肥料，均依一所述分類登錄品牌名稱、採取年度和所測得之氮、磷、鉀、鈣、鎂、有機質和灰分等成分含量和銅、鋅、鎘、鉻、鎳、鉛和砷等重金屬含量，並將之輸入電腦，以倚天中文系統和彗星一號文書處理系統建立有機質肥料資料檔，以做爲監測有機質肥料品質的依據。

結果與討論

各類有機質肥料之灰分、有機質、全氮、全磷酐、全氧化鉀、全氧化鈣、全氧化鎂、銨態氮、硝酸態氮等成分含量及碳氮比之平均值及變域如表2。由表2可見各類肥料之有機質、灰分、全氮、全磷酐、全氧化鉀以及銨態氮、硝酸態氮等可溶性氮之含量，均有很大變異。

表 2. 市售有機肥料之主成分及其變異

Table 2. The contents and variations of major constituents in the organic manure marketed

Kind of manures[z]		H_2O	Ash	O.M.[y]	TC	TN	C/N	T-P_2O_5	T-K_2O	T-CaO	T-MgO	NH_4-N	NO_3-N
		······	······	······	······	······	······	(%)	······	······	······	······	······
1. Organic manures of animal or vegetable origin													
(1)Oil cake meal	Range	1.6-17	3.48-48	52-96	26-52	2.0-7.5	3.9-26	0.6-7.1	0.7-4.2	0.2-8.6	0.2-2.4	N.D.-2.8	N.D.-0.14
	mean[x]	4.9	13.6	86	39	5.0	8.6	1.9	1.5	1.9	0.77	0.20	0.01
(2)Other vegetable	Range	3.8-67	4.0-64	36-96	21-45	0.3-3.0	11-35	0.1-2.9	0.1-11	0.01-19	0.05-2.9	N.D.-0.37	N.D.-0.01
organic manure	mean[x]	14.8	22.3	77	33	1.5	20	0.8	2.4	2.7	0.87	0.10	0.0
(3)Organic	Range	5.0-39	13-99	1.5-86	2.3-39	0.2-11	3.2-14	0.02-23	0.1-5.7	0.14-29	0.02-1.3	N.D.-4.9	N.D.-0.98
manure of animal origin	mean[x]	18	36	64	30	5.5	6.7	7.5	1.4	8.7	0.54	0.23	0.20
2. Compost													
(1)Poultry and livestock waste compost													
a.Poultry waste	Range	8.8-72	17-77	23-87	16-50	0.4-5.7	5.6-94	0.7-9.6	0.3-6.6	1.9-24	0.3-5.1	N.D.-2.8	N.D.-0.28
compost	mean[x]	30	41	59	30	2.1	19	3.7	2.1	11	1.4	0.45	0.10
b.Swine waste	Range	18-67	5-79	27-95	13-54	0.9-5.7	8.7-48	0.7-9.4	0.1-2.6	0.8-26	0.2-3.1	N.D.-2.8	N.D.-0.77
compost	mean[x]	37	38	62	29	2.5	15	2.9	1.0	8.3	0.9	0.15	0.12
c.Cattle waste	Range	6.6-68	15-64	36-85	15-41	1.2-3.9	3.9-24	0.8-5.1	0.4-3.2	1.9-23	0.7-2.4	N.D.-0.1	N.D.-0.40
compost	mean[x]	32	44	56	28	2.2	12	2.3	1.6	9.1	1.3	0.03	0.12
(2)Bark	Range	36-65	45-69	31-55	16-29	0.7-3.0	9.8-39	0.3-5.2	0.3-1.7	3.8-12	0.6-1.0	N.D.-0.03	N.D.-0.04
Compost	mean[x]	45	58	42	23	1.3	19	1.9	0.7	7.8	0.9	0.004	0.01
3. Miscellaneous	Range	0.9-52	4-97	3.0-96	0.6-49	0.7-15	0.1-50	0.05-16	0.04-20	0.01-36	0.1-6.1	N.D.-12	N.D.-2.0
organic manures	mean[x]	11	41	59	26	4.7	8.5	4.6	3.5	8.7	1.5	1.7	0.2

[z] no. of sample as indicated in Table 1.
[y] by ignition
[x] arithmatic mean

一、堆肥和雜項有機質肥料之有機質含量

各類有機質肥料之有機質含量變域及算術平均如表2。因「肥料品目及規格表」(2)中對於一般堆肥（主指禽畜糞堆肥）、蛋雞糞堆肥、樹皮堆肥和垃圾堆肥及雜項有機質肥料，均有有機質含量之低限規格，而對於其他有機質肥料（動、植物質類有機肥料）則無，故僅就各種堆肥和雜項有機質肥料之有機質含量考察討論。為易於明瞭起見，乃將各種禽畜糞堆肥和雜項有機肥料之有機質含量樣品數累積頻度分布分別示於圖1及2。

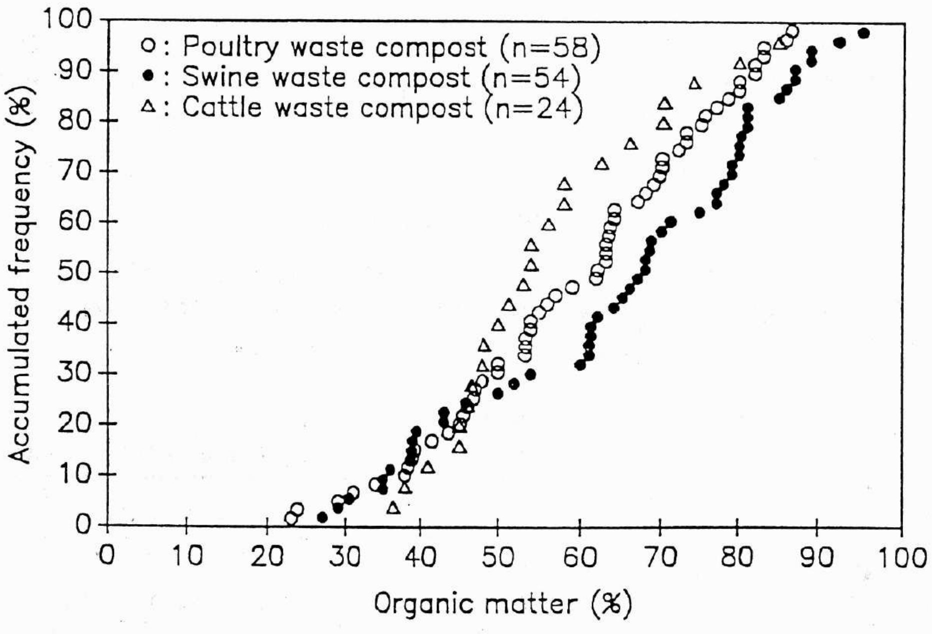


圖 1. 各種禽畜糞堆肥有機質含量之樣品數累積頻度分佈
Fig. 1. Cumulative frequency of the contents of organic matter in the poultry, swine and cattle waste composts

依照該規格，堆肥之有機質含量應在60%以上（蛋雞糞堆肥例外，亦應在40%以上）。雜項有機質肥料亦規定有機質含量應高於40%。由圖1可見各種禽畜糞堆肥有很高樣本頻率其有機質含量低於品質規格；豬糞堆肥和牛糞堆肥之有機質含量未達60%者達各樣本數之30及70%。雞糞堆肥之有機質含量低於40%者亦達樣品數之15%。

有機質含量與灰分含量有顯著的負相關（圖2），而灰分則與鈣含量有顯著的正相關（圖3）。可見各種禽畜糞堆肥中之有機質含量偏低係與其灰分或鈣含量較高有關。至於灰分或鈣含量之所以較高，很多情形則與堆肥過程中施加石灰或蚵殼粉，以促進醱酵有關，惟其用量如高則勢必降低有機質含量致使其無法達到規定標準，詳細有待進一步考察。

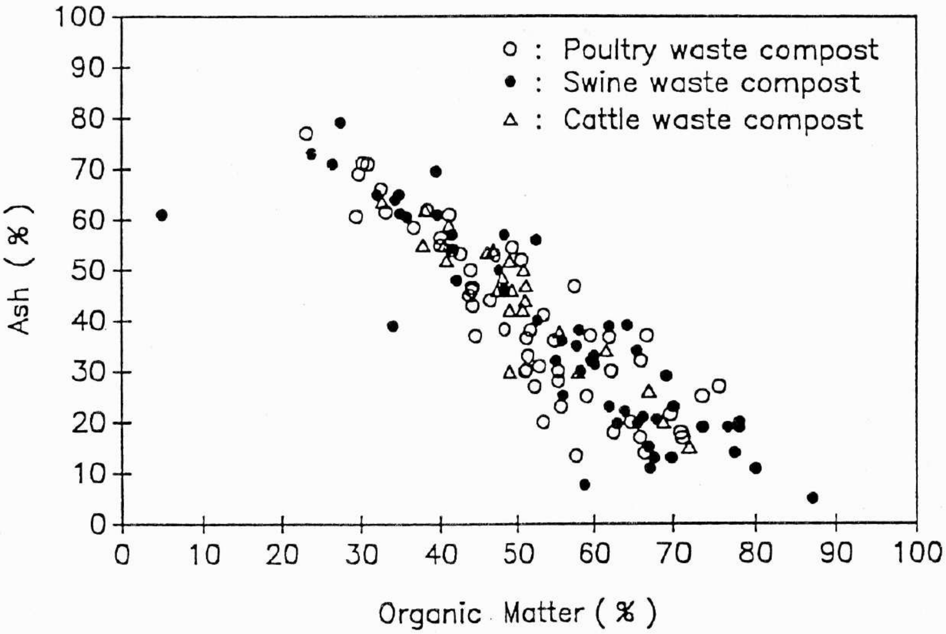


圖 2. 各種禽畜糞堆肥之有機質含量與灰分含量之關係

Fig. 2. Relationship between the contents of organic matter and ash in the poultry, swine and cattle waste composts

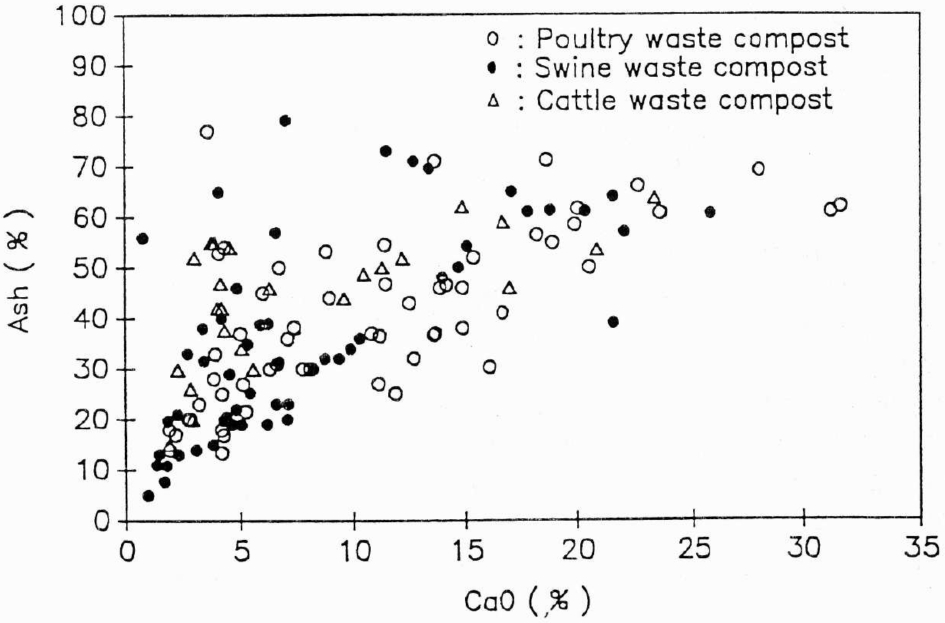


圖 3. 各種禽畜糞堆肥之鈣含量與灰分含量之關係

Fig. 3. Relationship between the contents of calcium and ash in the poultry, swine and cattle waste composts

樹皮堆肥之有機質含量在31～55%範圍，與現行肥料品質規格中規定樹皮堆肥全碳含量40～50%（折算有機質含量69～86%）比較，亦顯然偏低，故對樹皮堆肥之品質規格亦有進一步探討必要。

雜項有機質肥料之有機質含量變域及算術平均已示於表 2 。爲易於明瞭起見，亦將其樣品數累積頻度分布表示於圖 4 。由圖 4 可見雜項有機質肥料中其有機質含量未達40%規格者亦是相當多，約佔樣品數之20%。

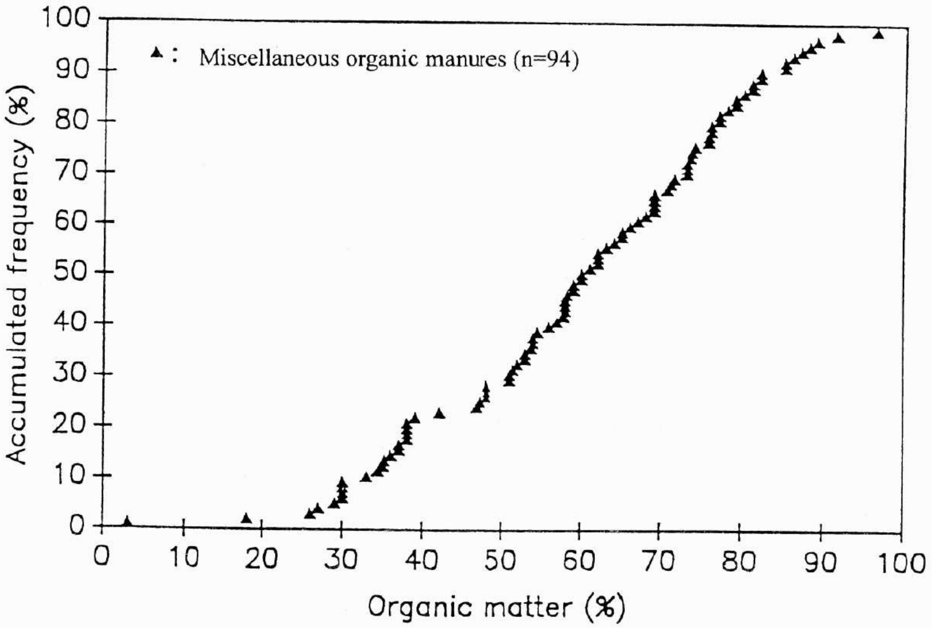


圖 4. 雜項有機質肥料有機質含量之樣品數累積頻度分佈

Fig. 4. Cumulative frequency of the contents of organic matter in the miscellaneous organic mamure

二、堆肥和雜項有機質肥料之全氮、銨態氮和硝酸態氮含量

各種有機質肥料之三要素含量，變域很大（表2）。就動、植物質有機肥料而言，因其品目多，各個品目之要素含量規格原來就有很大的差異，這種樣品測值之變域並不值得注意，惟就各種堆肥和雜項有機質肥料而言，因其品目單純，其不同品牌間成分上之大幅差異就直待重視。爰特就各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮和銨態、硝酸態氮等含量，加以考察。

由表 2 可見各種禽畜糞堆肥之全氮含量變域很大，其含量有高至 5.7 %者；銨態氮含量亦有高至2.8%者。正常之堆肥當不致於含有如此顯著之無機態氮素。雜項有機質肥料之全氮含量和銨態氮含量之變域則較堆肥更大，其銨態氮含量且有高至12%者。（按現行肥料品質規格；有機質肥料中氮、磷酐、氧化鉀之任二要素含量高於15%者，應歸爲複合肥料，稱爲含有機質複合肥料。）

由圖5可見各種禽畜糞堆肥中，雞糞堆肥和豬糞堆肥之無機態氮含量較爲顯著。概言之，當堆肥中之全氮含量超過1.5～2.0%者，就應注意其是否含有銨態氮等無機態氮素；當全氮量超過3%者，其含無機態氮之機會必然大增。

雜項有機質肥料之含有無機態氮素事實更爲顯著（圖6）。全氮含量高於1.5～2.0%者就有含無

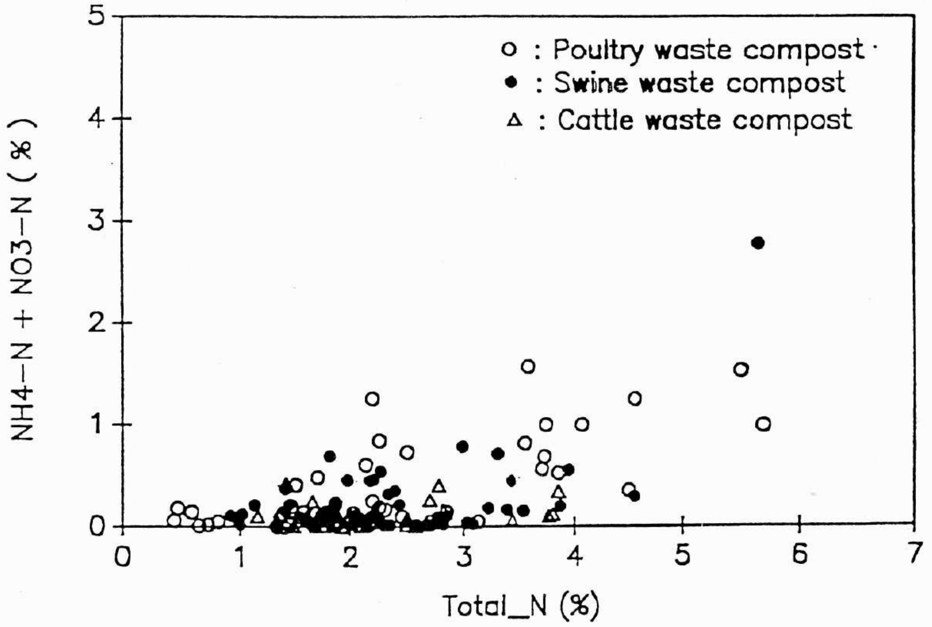


圖 5. 禽糞堆肥之全氮含量與無機態氮（銨態氮+硝酸態氮）含量之關係

Fig. 5. Relationship between the contents of total nitrogen and inorganic nitrogen (NH_4-N+NO_3-N) in the poultry, swine and cattle waste composts

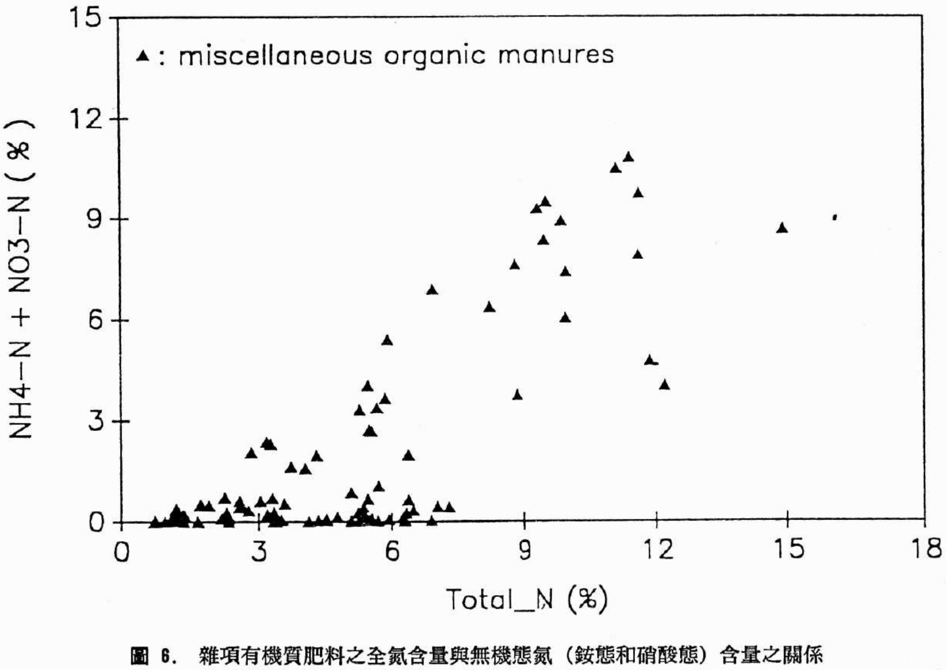


圖 6. 雜項有機質肥料之全氮含量與無機態氮（銨態和硝酸態）含量之關係

Fig. 6. Relationship between the contents of total nitrogen and inorganic nitrogen (NH_4-N and NO_3-N) in the miscellaneous organic manures

機態氮素之機率，而全氮含量高於3%者，必然含有顯著的無機態氮素。

由於正常之堆肥及一般動、植物質有機肥料所含無機態氮都很低，故上述無機態氮之摻入途徑宜加注意。又因有機肥料中之氮通常都要經過土壤中之微生物分解、礦化過程，始能釋出無機態氮供作物吸收，而有機質肥料中氮素之礦化速率亦依其製造過程中所使用之有機資材種類而有大致上的原則可循，故有機質肥料製造過程中所使用之有機資材種類及用量比例應加標示。又有機質肥料中如摻有化肥態氮素，其含量亦需加以測定並予標示，施用者才能預估其肥效，施用量才能節制；才不致於發生施肥過多的問題。

誌　　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費補助，謹此誌謝。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1997。臺灣省各縣市生產有機質肥料業者名册。臺灣省政府農林廳農產科編印。
2. 行政院農業委員會。1997。肥料登記證申請及發證須知、肥料品目及規格表。行政院農業委員會編印。
3. 連深、李艷琪。1994。有機質肥料之重金屬含量及「肥料規格」之有關範。中華農業研究43：412～424。
4. 農林水產農業園藝局農產課(地力問題研究會)。1985。地力增進法解說。泥炭及腐植酸質資材之試驗方法131頁。
5. 農林水產省農業環境技術研究所。1987。肥料分析法。日本。
6. Baccanti, M., and B. Colombo. 1991.A New Method for the Automatic and Selective Determination of Total Organic Carbon in Sediments, Soil, Compost, Particles in Air, etc. Elemental Analyzer 研討會資料。汎泰儀器有限公司。
7. Cataldo, D.A., M. Haroon., L.E. Schrader, and V.L. Youngs. 1975. Determination of nitrate in plant tissues. Soil Science and Plant Analysis.6(1)：71—80.
8. EPA-600/4-79-020. 1984. Nitrogen Ammonia. Method 350.1 (Colorimetric, Automated Phenate). Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. U.S. Environmental Protection Agency., Cincinati, OH.
9. Greenberg, A.E., J.J. Conners, and D. Jenkins. 1982. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. pp. 543—558. 15th ed., Amer. Pub. Health Assoc., Washington D.C.,
10. Norwitz, G., and P.N. Keliher. 1986. Study of Interferences in the Spectrophotometric Determination of Nitrite Using Composite Diazotisation-Coupling Reagents. Analyst. 111：1033—1037.
11. Williama, S. Official Methods of Analysis. pp. 34—37. 1984. 14th ed., The Association of Official Analytical Chemists.

46-2-7

Contents and Variations of the Major Constituents in the Organic Manures in Taiwan[1]

Yahn-Chir Lee and Shen Lian[2]

Summary

Three hundred and sixteen samples of organic manures were collected from either the manufacturers or sellers during 1991～195. The manures were classified into : (1)composts, i. e., poultry, swine and cattle waste compost, and bark compost; (2)organic manures of either animal or vegetable origin, including fish scrap, steamed bone meal, soybean cake meal and rape seed cake meal, etc.; and (3) the miscellaneous organic manures, which are the mixtures of compost and other kind of organic manures. The contents of heavy metals and major constituents in the manures have been analyzed and a data base has been constructed for quality monitoring.The contents of heavy metals had been reported previously (Journal of Agricultural Research of China, Volume 43,1994).

The current criteria of organic matter content for most of the composts is 60% (on dry weight basis). Many of the samples analyzed, however, were found lower than this criteria. It is recommended that the criteria re-examined.

The variations of the contents of major constituents (NPK) were great, among the organic manures. The content of nitrogen ranges fron 0.5 to 5.7% in the composts. The variation was even greater in the miscellaneous organic manures (0.7～15.0%). The contents of inorganic nitrogen, particularly those of ammonium nitrogen were significant, when the contents of total nitrogen were greater than 1.5%, possibly due to the admixing of chemical fertilizer during manufacturing. The indication of the forms and respective contents of nitrogen in addition to the total content is therefore necessary for the sake of proper application of organic manures.

Key words : Organic manures, Organic matter, Major constituents, Soluble nitrogen.

1. Contribution No.1899 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 46(2)：190～206 (1997)

氣霧式叢枝內生菌根種源生產技術之研究[1]

吳繼光　林素禎　張秀月　邱春華　林淑媛[2]

摘要：本研究以甕菜、百喜草及甘藷爲宿主，先行在溫室內接種內生菌根菌兩週後，移植於氣霧式生長箱內進行無土栽培。營養液係使用修正之霍格藍液。綜合14次的生產試驗，已證實氣霧式生長箱可培養*Glomus aggregatum, G. mosseae, G. geosporum, G. microaggregatum, G. intraradices, G. pansihalos, G. manihotis, Acaulospora laevis, Entrophospora kentinensis* 等九種菌種。且以 *Glomus microaggregatum* 的產孢量最高。由於目前世界上以氣霧式生長箱所生產的菌種，只限於 *Glomus* 屬，本所所成功培養的 *Entrophospora, Acaulospora* 兩屬孢子，是目前世界上首次成功的先例。此外，*Entrophospora kentinensis* 也是我國所發現的世界新種，以往本屬的菌種全世界只有三種，且全是分佈於酸性土壤中。而 *E. kentinensis* 不只分佈於酸性土壤中，它亦可出現在鹼性或中性靠海邊的地區，尤有甚者，本種可在重金屬銅的污染達233 ppm 以上的土壤中發現。此外，本次試驗結果顯示百喜草的產孢能力較其它宿主如甕菜及甘藷等爲佳。

關鍵詞：叢枝內生菌根菌、氣霧式栽培、菌根種源、內柄生孢子屬、無柄孢子屬、繡球屬。

前　言

菌根(Mycorrhiza)一詞係由德國植物學家 A. B. Frank[1]所創，意指植物根部與眞菌共生的結合體。此種共生的現象可以追溯到五億年前泥盆紀的原始植物，雷尼蕨[15]。在化石中可以清楚看到菌根菌的菌絲、叢枝體、囊泡、孢子等構造分佈在植物體的莖部與地下根部細胞中。菌根大體上可分爲外生(ectomycorrhiza)與內生菌根(endomycorrhiza)兩大類[4]。外生菌根的主要特徵在於植物根端外圍有菌絲纏繞而成的菌氈(hyphal mantle)包裹，菌根的菌絲並不侵入植物細胞內；但在根的橫切面上可看到皮層細胞間有由菌絲組成的哈氏網(Hartig net)的構造。內生菌根的主要特徵在於其菌絲會進入植物細胞內，以菌絲捲(hyphal coil)或叢枝(arbuscule)構造等方式與植物細胞有較緊密的接觸。有些菌根因具有內生與外生菌根的構造，而被稱爲內外生菌根(ectendomycorrhiza)。

所謂囊叢枝內生菌根 (vesicular-arbuscular mycorrhiza，簡稱 VAM) ，係指植物根部受囊叢枝內生菌根菌感染後，菌絲因在根部皮層細胞內形成細小雙叉分支的叢枝體，以及在菌絲末端或中段膨大形成囊泡 (vesicle) 而得名。近年來由於並非所有的菌根菌 (如*Gigaspora, Scutellospora*) 皆可於根內形成上述兩種構造，因此國外已有不少學者改稱此種菌根爲叢枝菌根 (arbuscular mycorrhiza，簡稱 AM) 。*Gigaspora* 和 *Scutellospora* 兩屬的菌根菌，其囊泡 (soil-borne vesicle) 是產生於根外土壤中。

由於囊叢枝內生菌根菌的根外菌絲 (external mycelium) 可以延伸至根外八公分甚或更長的距離[12]，所以它能幫助宿主 (host plant) 廣泛地吸收土壤中的養分特別是磷肥，進而對作物有促

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1900號。
2. 本所農化系副研究員、助理、約僱助理、約僱助理、約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

進生長的效用[4]。也因爲如此，囊叢枝內生菌根菌被認爲是一種生物肥料。我國的囊叢枝內生菌根菌的族群數量有普遍偏低的現象，特別是在施肥過多的耕地土壤中。經調查臺灣省農業試驗所的土壤，發現我國農田中的菌根菌孢子數大多低於20個孢子／100克土[19]，甚至於有找不到孢子的情形（尙未發表資料）。這是由於我國長期施用過量的化學肥料與農藥所造成的微生物生態的危機。我國近幾年來，國民對於安全農產品的品質越來越重視。對於如何減少農藥與化學肥料的使用，似乎是未來我國農業生產的走向。因此如何開發取代部份化學肥料與農藥的生物性資材便更形重要。

目前歐美各國已嘗試下列方法來培養囊叢枝內生菌根菌做爲接種源。㈠傳統盆栽法（pot culture）[9]。㈡氣霧式栽培法（aeroponic culture）[14]。㈢根器培養法（root organ culture）[11]。

傳統式的盆栽法，係將盆栽用的沙土予以高溫殺菌後，將菌根菌孢子與宿主植物的幼苗置於盆中，而達到接種繁殖的目的。若要利用此法生產種源，所需的時間較長，且所得的種源數量與密度均不易掌握。此外，使用沙土爲培養介質，菌土較重且所需人力亦多，不符合工業化大量生產的經濟原則。但是若將介質改爲質量輕而且乾淨的珍珠石、蛭石、蒙特石等其它介質時，本法的普遍性與適用性便大大提升。日本方面的菌根菌產品 Dr. Kinkon，便是以蒙特石爲介質混入活性碳等生產的生物性肥料。

根器官培養法是利用農桿菌（*Agrobacterium rhizogenes*）誘導胡蘿蔔的根，使之產生轉型根。在人工培養基上，將已消毒且發芽的菌根菌孢子，移至長有轉型根的培養皿中與根共生，而達到產孢的目的。雖然本法可以生產無雜菌之純種菌源，但是目前只有三或四種菌根菌（*Glomus intraradices* Schenck & Smith, *G. mosseae*（Nicol. & Gerd.）Gerd. & Trappe, *Gigaspora margarita* Becker & Hall, *G. gigantea*（Nicol. & Gerd.）Gerd. & Trappe）培養成功，而未達實用的階段[2,8,10,11]。本培養法所面臨的最大瓶頸是在於很難獲得無菌或較乾淨的孢子，以及產孢條件的掌握等。但是在大量生產菌源的前提下，根器官菌根菌培養技術仍有它值得開發研究的遠景，因爲此技術可以在很小的空間內（培養皿及生長箱）進行更大規模的菌源生產，且不需投入目前的沙耕或氣霧耕法所需要的溫室及人力。加拿大方面目前以此技術生產 *G. intraradices*，爲一種生物性肥料“Mycorise”，本產品係泥炭苔、珍珠石及菌根菌混合而成。售價爲每30公升16～18元加幣，保證孢子含量爲2100孢子／公升。

氣霧式菌種繁殖法，係在氣霧栽培箱內，將營養液打成霧狀後，經接種的植株懸浮於箱內，而直接產孢於空氣中。氣霧式栽培法培養的宿主，可在無土的情況下大量生產菌根種源，且在老根採收後，新根又繼續生長，造成種源生產既快速又不中斷的生產線。氣霧式栽培法所生產的菌根經採收風乾後，質量輕可以直接郵寄或混合其它介質，直接變爲商品。由於氣霧式培養法所生產的菌種遠較砂耕法來得乾淨且少污染，因此，本培養法的研究將有助於提升我國菌根菌無土介質繁殖技術的開發，甚至能突破根器官培養法目前所面臨的瓶頸。

本文主要報告本所氣霧式叢枝內生菌根菌生產技術的研究情形，包括不同菌根菌菌種的氣霧繁殖，菌種在不同宿主植物的產孢情形，氣霧式生長箱的環境因子的監控，以及保存期限的測試等。

材料與方法

一、菌根菌的分離

採取甘藷、玉米、百喜草等植物根圈土壤。稱取100克土後，以濕篩法和糖液離心法[3,6]分離孢子後，在立體顯微鏡下計算孢子數量並挑取孢子（圖1），以 Polyvinyl alcohol lactophenol（PVLG）[7]或 Hoyer's 包埋劑製成半永久片，以利於孢子的鑑定與標本之保存。經鑑定後的孢子，以百喜草或其他適當的宿主，在溫室中培養繁殖並計算其產孢量。

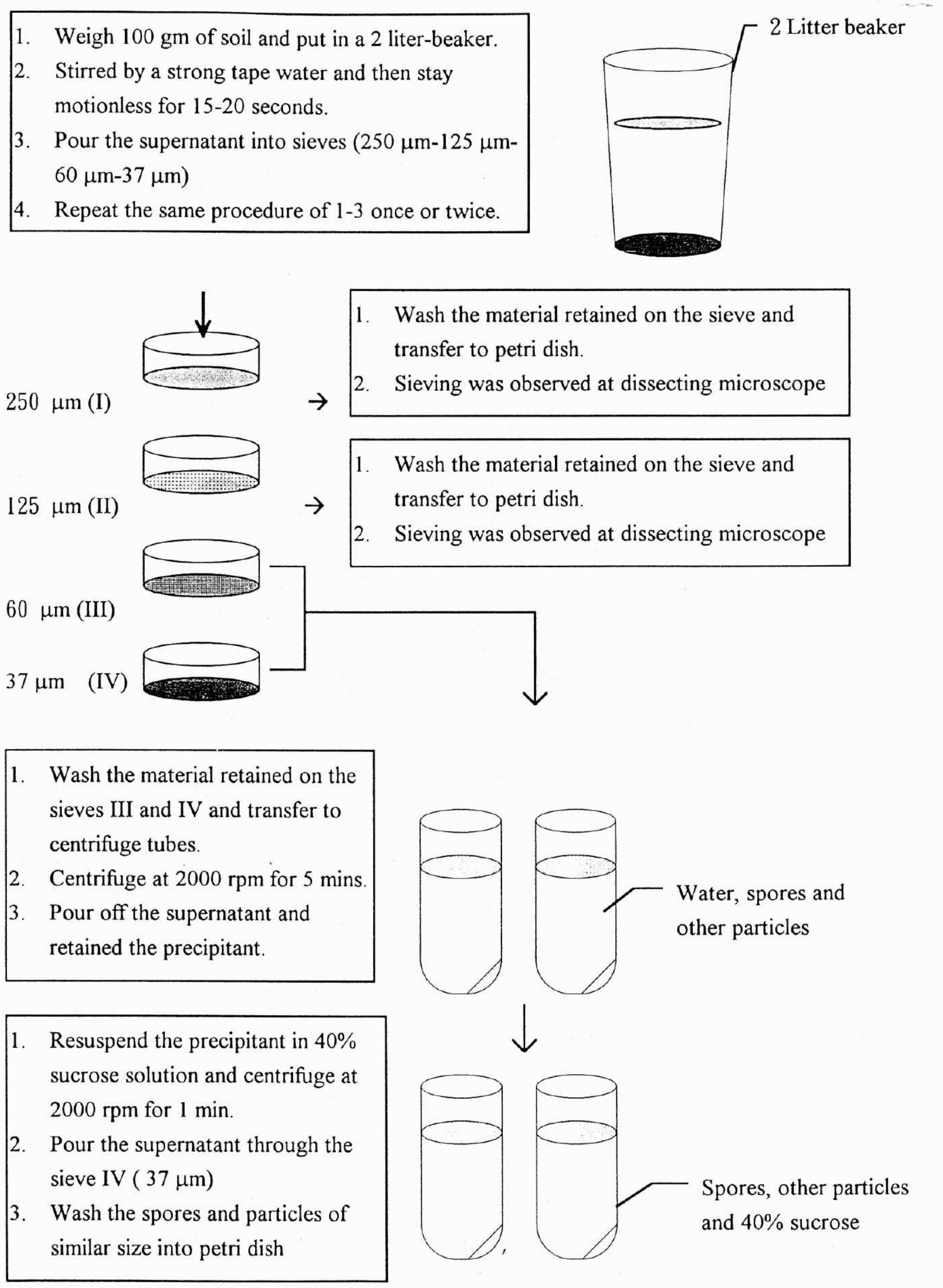


圖 1. 分離及純化繁殖菌根菌操作流程

Fig. 1. Protocol for spore isolation and purification of VA mycorrhizal fungi.

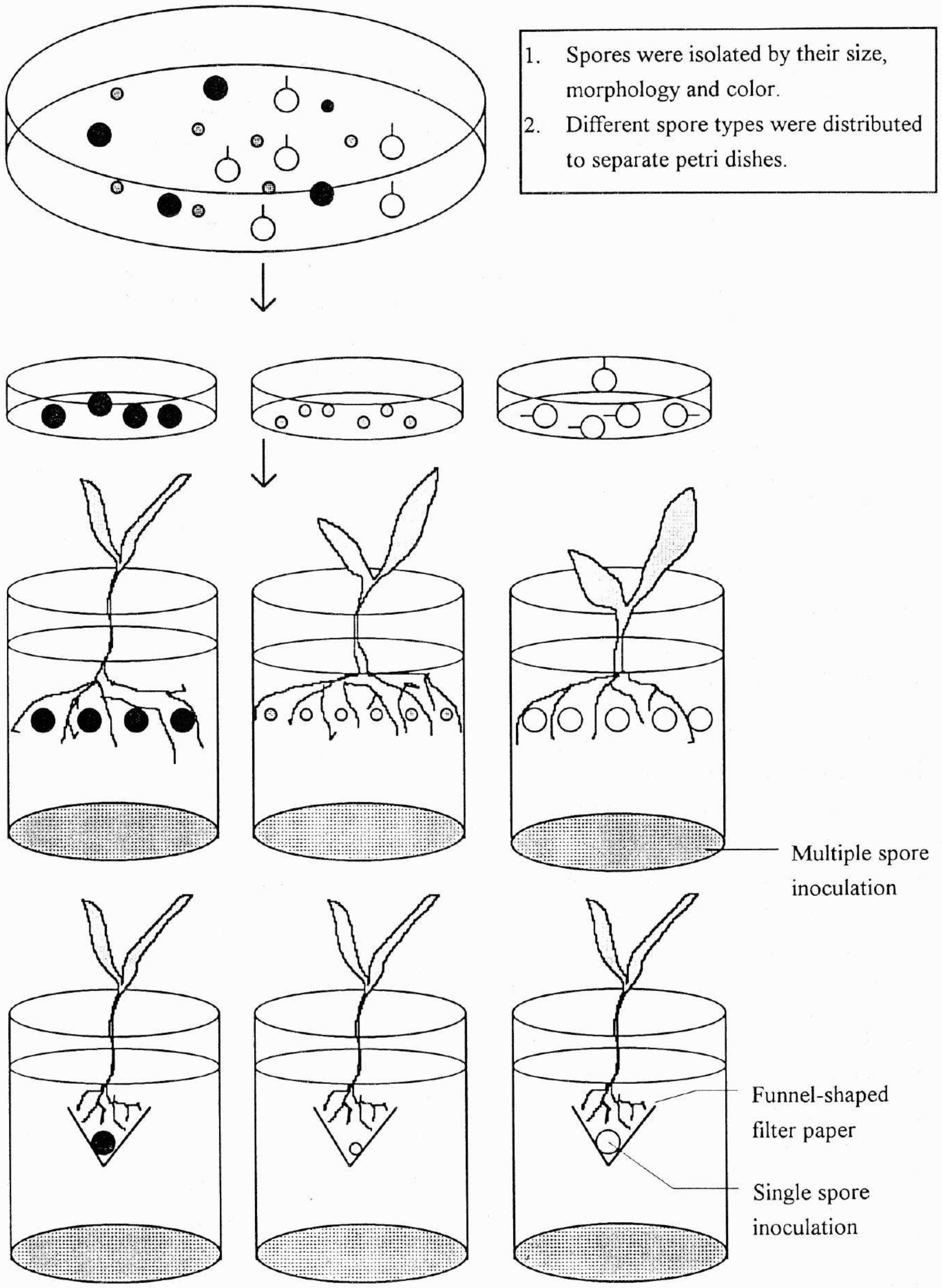


圖 1. 分離及純化繁殖菌根菌操作流程（續）
Fig. 1. Protocol for spore isolation and purification of VA mycorrhizal fungi. (cont' d)

二、氣霧式栽培試驗

選取適當的菌種，以甕菜（*Ipomoea reptans* (L.) Poir），甘薯（*Ipomoea batatas* (L.) Lam. *var. Edulis* Mak.），百喜草（*Paspalum notatum* Flugge）等植物爲宿主於溫室內做接種試驗。兩週後經由染根確定有菌根菌感染者，移株至氣霧式培養箱（圖 2），觀察其產孢情形，並記錄箱內溫濕度以及營養液的水溫及酸鹼值的變化。營養液每二週更換一次，其配方及各種養分的含量如表 1～3。經三至四個月後採收，計算產孢數量。將植株根部採收陰乾後，收藏於攝氏4°C之冷藏庫內。

表 1. 氣霧用營養液母液配方
Table 1. Nutrient stock solutions for aeroponic culture of VAM fungi.

Stock solution	Pure chemical compound (gL^{-1})
0.01M KH_2PO_4	1.36
1M KNO_3	101.11
1M $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	263.15
0.1M NaFeEDTA	36.70
0.1M NaCl	5.84
1M $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246.48
Micronutrients (combined in one solution)	
H_3BO_3	2.86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	1.81
$ZnSO_4 \cdot 5H_2O$	0.22
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.80
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.016

表 2. 爲配一公升營養液，各種母液的取用量
Table 2. Preparation for 1 liter of nutrient solution.

Stock solution	($mL.L^{-1}$)
0.01M KH_2PO_4	0.3
1M KNO_3	1.5
1M $Ca(NO_3)_2$	1.5
0.1M NaFeEDTA	0.3
0.1M NaCl	0.45
1M MgSO4	0.6
Micronutrients	0.3

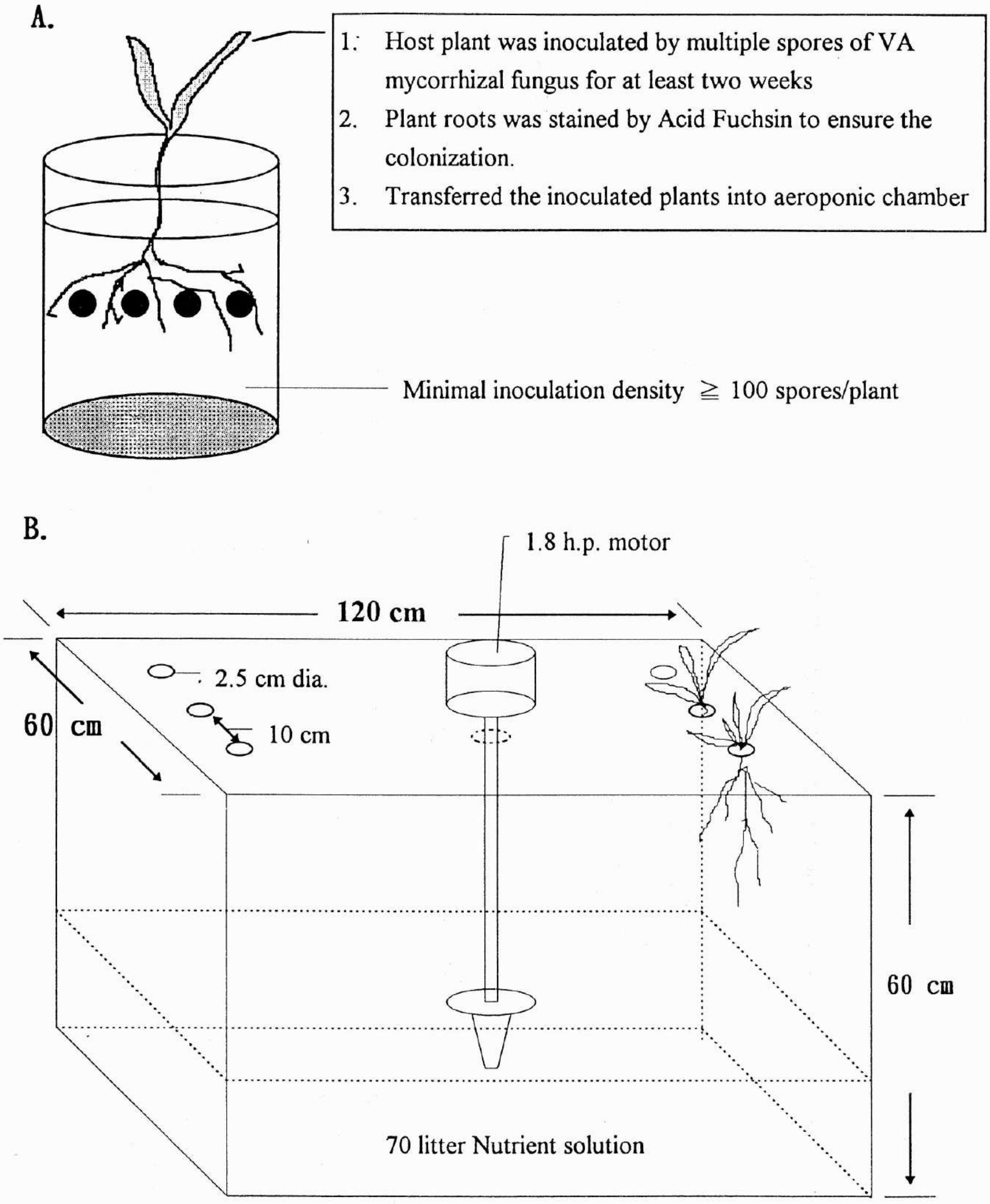


圖 2. 氣霧式培養叢枝內生菌根菌流程

Fig. 2. Propagation of VA mycorrhizal fungi by aeroponic system.

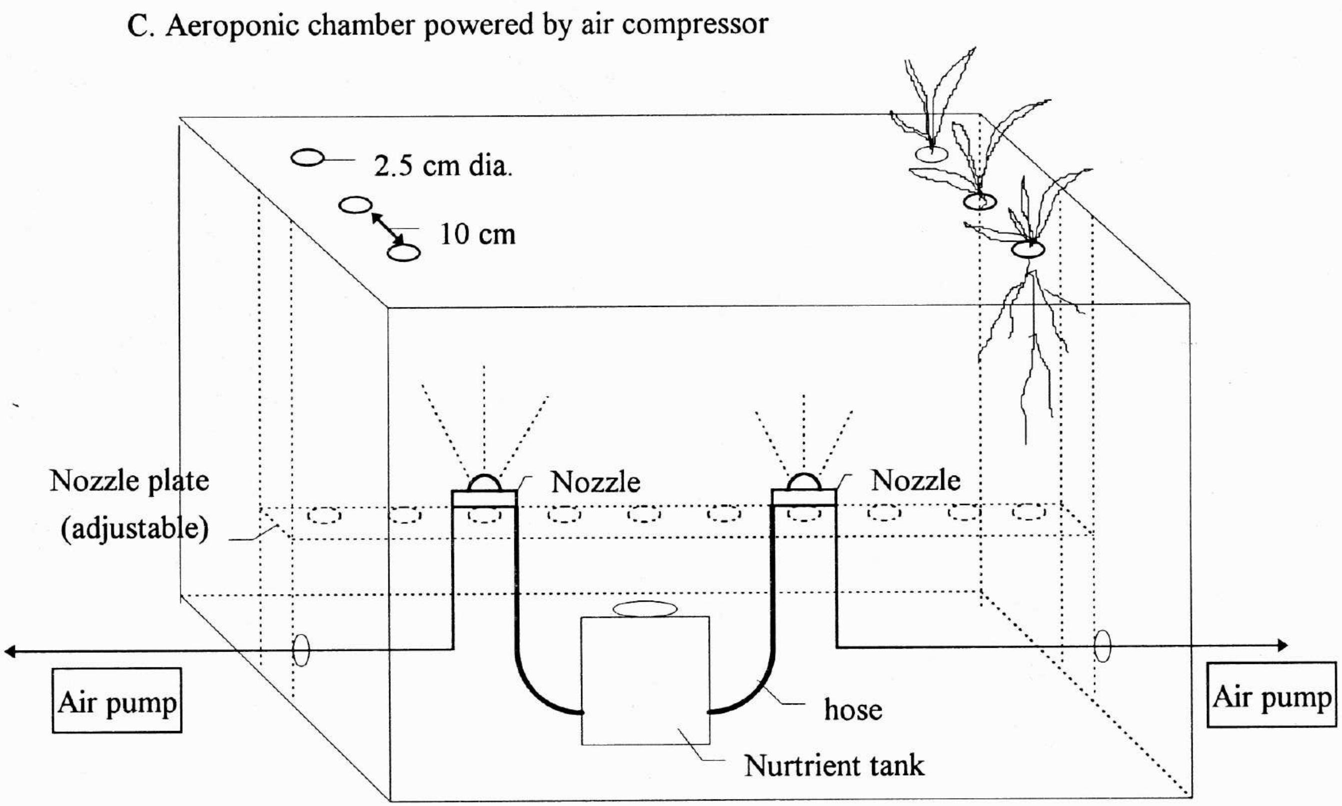


圖 2. 氣霧式培養叢枝內生菌根菌流程（續）
Fig. 2. Propagation of VA mycorrhizal fungi by aeroponic system. (cont' d)

表 3. 氣霧式培養液各種元素之最後濃度
Table 3. Final concentration of elements in aeroponic culture solution.

Element	Concentration (ppm)
Nitrogen	62.8
Phosphorus	0.0927
Potassium	58.7
Calcium	60.1
Magnesium	14.5
Sulfur	19.2
Chlorine	1.79
Sodium	1.72
Iron	1.6
Boron	0.15
Manganese	0.15
Zinc	0.015
Copper	0.006
Molybdenum	0.0018

三、菌根菌種源儲存期限試驗

將氣霧式培養法所生產的菌根切成一公分的段落後，儲存於4°C的冷藏庫中，定期取出做接種試驗，觀察其對百喜草的感染能力。百喜草種子消毒後，於生長箱內發芽育苗。取0.1克的乾燥菌根作爲接種原，放置於植株幼苗的下方，進行感染試驗。根部有菌根菌感染者，表示菌種仍具有活力。

結果與討論

一、氣霧式產孢研究

本研究中共分離 *Glomus aggregatum* Schenck & Smith, *G. mosseae, G. geosporum* (Nicol. & Gerd.) Walker, *G. intraradices, G. manihotis* Schenck *et al., G. microaggregatum* Koske *et al., G. pansihalos* Berch & Koske, *Acaulospora laevis* Gerd. & Trappe, *Entrophospora kentinensis* Wu & Liu 等九種菌種。這些菌種在盆栽中的最大繁殖菌數如表 4 所列。茲將本研究室已進行之十四次氣霧式菌根生產結果如表 5。以產孢量而言利用百喜草所繁殖的 *Glomus microaggregatum*/*G. intraradices* 最多可達每克乾根重達71,283個孢子。由表 5 中可見百喜草的產孢能力較其它宿主如甕菜及甘藷爲佳。在屏東技術學院的研究中也得到類似結論，百喜草的產孢量優於蕃茄或玉米[16]。就相同菌種如 *G. mosseae* 而言，以百喜草所生產的菌根孢子數是甕菜所生產的0.7～4.3倍。就 *Entrophospora kentinensis*/*G. intraradices* 的複合菌種而言，百喜草爲宿主的產孢量是甕菜的1.7倍。就相同菌根種如 *G. mosseae* 而言，百喜草每一克的乾根重在氣霧式生長箱所生產的菌種量相當於砂耕法1700ml 的介質的總生產量（比較表 4 及表 5）。

表 4. 不同囊叢枝內生菌根菌種在溫室盆栽內之最高產孢情形

Table 4. Maximal spore production of VA mycorrhizal fungi in pot cultures.

Species	Maximal spore number in 50 ml medium[z] (=28gm)
Entrophospora kentinensis	905 (252± 195)[yy]
G. mosseae	1,100 (514± 480)
G. intraradices	271 (132± 106)
G. aggregatum	1,933 (1,004±1,020)
G. geosporum	1,243 (349± 386)
G. ponsihalos	637 (299± 242)
G. mosseae/Acaulospora laevis	4,530 (1,020±1,730)
Acaulospora laevis	4,650 (1,374±1,355)

[z] Medium : Vermicuit, Pearlite, and Peat moss. Host plant : Bahia grass.
[y] The number in parenthesis is the average of spore production per 50 ml medium in 6 duplicates.

表 5. 各種叢枝內生菌根菌與不同宿主在氣霧式生長箱內之產孢情形

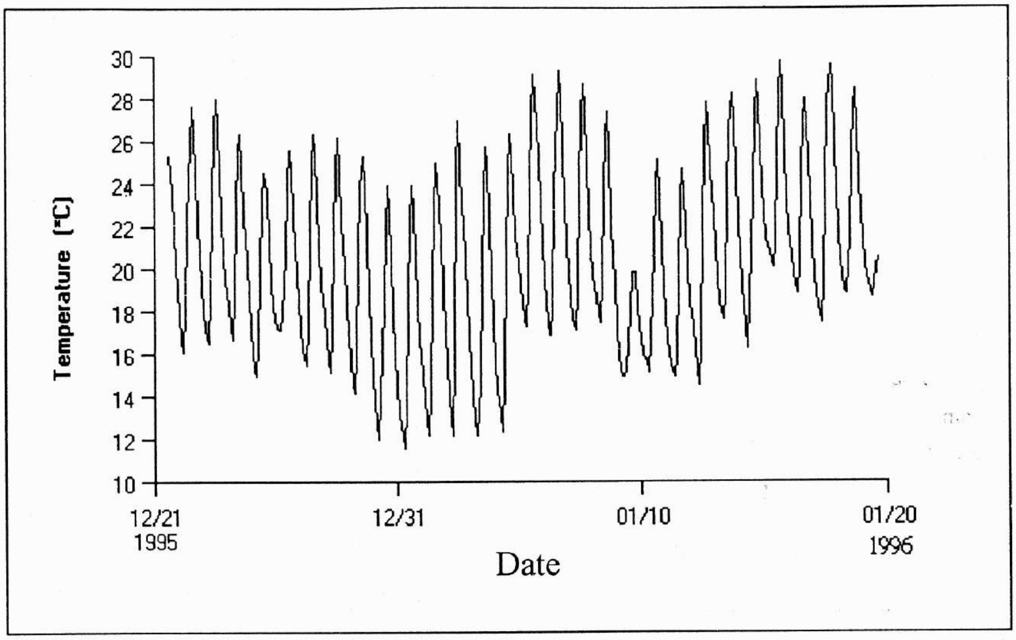
Table 5. Spore production of VA mycorrhizal fungi with different host plants.

Sample no/ Species	Host plant	Growth period (mo.)	Harvest date	Total dry weight(g)	Spore no./ sec. cm	Spore no./ gm dry root
1. LMOS[z]	I.R.[z]	3	10/22/93	22.57	18.74± 9.1	15,616± 6,589
2. EKTN/LITR	P. N.	3	10/22/93	13.2	63.04±30.2	52,533±19,801
3. LGSP	I. R.	3	10/22/93	10.39	3.56± 1.5	2,967± 1,356
4. LMAG/LITR	P. N.	3	10/22/93	3.96	85.48±41.2	71,283±41,204
5. LITR	P. N.	3	02/16/94	1.82	38.64±14.2	32,200±17,803
6. LMOS	I. R.	3.5	02/21/94	9.3	6.54± 3.2	5,450± 3,505
7. EKTN/LITR	I. R.	3.5	02/23/94	24.04	36.34±15.9	30,283±17,801
8. ALVS/LMOS	I. B.	3	05/23/94	12.18	7.7± 3	6,416± 2,891
9. LMOS	P. N.	4	07/07/94	36.94	27.94±11.3	23,283±10,521
10.LITR/LMNH	P. N.	3	09/02/94	38.18	76± 44	54,542±31,764
11.LAGG	P. N.	3	11/04/94	48.14	6.15± 3	2,795± 1,295
12.LPSH	P. N.	3	06/26/95	31.47	1.99± 1.3	1,432± 815
13.LMAG/LITR	P. N.	2	09/25/95	8.44	7.52± 4.6	7,520± 4,639
14.ALVS	P. N.	3	12/23/95	8.17	24.05±11.2	17,260±13,110

[z] LMOS : *Glomus mosseae,* LITR : *Glomus intraradices,* EKTN : *Entrophospora kentinensis,* LGSP : *Glomus geosporum,* LAGG : *Glomus aggregatum,* ALVS : *Acaulospora laevis,* LMNH : *Glomus manihotis,* LPSH : *Glomus pansihalos,* LMAG : *Glomus microaggregatum*
[y] I. R. : *Ipomoea reptans,* I. B. : *Ipomoea batatas,* P. N. : *Paspalum notatum*

本研究中氣霧生長箱已能生產如 *Acaulospora* 和 *Entrophospora* 屬的菌種。由於目前世界上以氣霧式生長箱所生產的菌種，只限於 *Glomus* 屬[5,14,16]。因此，本所所成功培養的這兩屬孢子，是目前世界上首次成功的先例。其中有關 *E. kentinensis* 的產孢研究已於1995年發表於美國 Mycologia 期刊[18]。

有關氣霧箱之生態環境因子如酸鹼値及溫濕度變化結果如圖 3 及表 6 。營養液的酸鹼値經兩週宿主的生長後呈略為上昇的現象。有關培養箱內營養液的溫度，在冬季約在12～30°C之間，在夏季則約在26～35°C之間，培養箱內的濕度則在大多數時間內維持在100%。



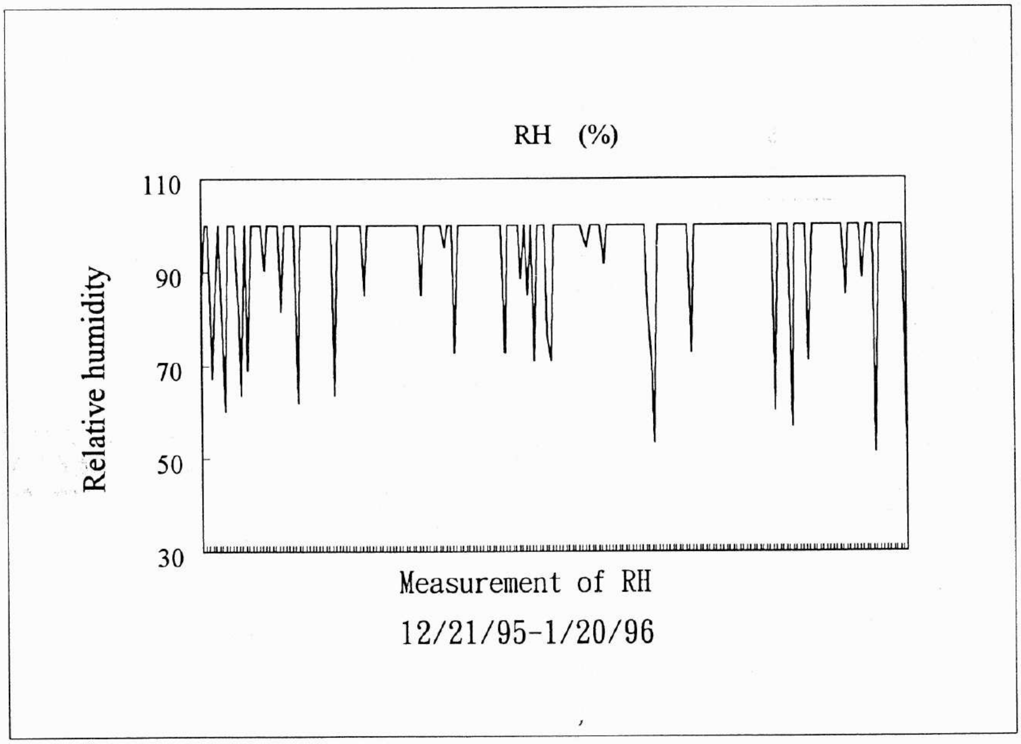


圖 3. 氣霧箱內日夜溫濕度變化情形

Fig. 3. Humidity change in the aeroponic chamber.

表 6. 氣霧式菌根菌生長箱營養液溫度及酸鹼值變化記錄

Table 6. Changing of pH and temperature in nutrient solution

Treatments[z]		pH change		Day Temperature change	
Test 1 : 93.7.22	N. S. C.#	0Day	14Day	0Day	14Day
Host plant : I. R.	1	6.53	7.18	27	29.4
Species : LMOS	2	6.53	6.55	26.5	27.5
	3	6.52	6.53	28.5	27.7
	4	6.45	6.68	27.3	26.9
	5	6.49	6.83	26	25.2
Average		6.50±0.03	6.75±0.27	27.06±0.94	27.34±1.51
Test 2 : 93.7.22	1	6.49	7.12	28	29.9
Host plant : I. R.	2	6.47	7.02	26.2	28.2
Species : LGSP	3	6.54	6.89	27.3	28.3
	4	6.5	6.95	26.1	27.5
	5	6.5	6.99	26	26
Average		6.50±0.03	6.99±0.09	26.72±0.89	27.98±1.40
Test 3 : 93.11.9	1	6.51	6.84	28.5	19.6
Host plant : I. R.	2	6.56	6.46	21	27.6
Species : LMOS / EKTN	3	6.48	5.65	23.1	16.3
	4	6.52	7.41	21.7	20
	5	6.43	6.51	21.9	17.5
	6	6.58	6.46	19.6	19.6
		6.51±0.05	6.56±0.57	22.6±3.1	20.1±3.9
Test 4 : 93.11.9	1	6.55	6.54	25.9	19.6
Host plant : P. N.	2	6.47	7.72	22.7	27
Species : LITR	3	6.51	7.47	23	14.8
	4	6.56	6.96	20.2	20.5
	5	6.59	6.03	22.5	21.5
Average		6.54±0.05	6.94±0.69	22.9±2.0	20.7±4.4
Test 5 : 94.2.16	1	6.51	6.8	20.6	16.6
Host plant : I. B.	2	6.46	6.77	19.8	18.1
Species : LMOS / A. sp.	3	6.56	6.64	19.7	20
	4	6.49	6.99	22	28.1
	5	6.52	6.77	25.5	25.3
	6	6.5	6.47	27	28.8
Average		6.51±0.03	6.74±0.17	22.4±3.1	22.8±5.3

表 6. 氣霧式菌根菌生長箱營養液溫度及酸鹼值變化記錄（續）
Table. 6. Changing of pH and temperature in nutrient solution (cont' d)

Treatments[z]		pH change		Day Temperature change	
Test 6 : 94.3.2	N. S. C.#	0Day	14Day	0Day	14Day
Host plant : P. N.	1	6.57	6.69	20.5	18.9
Species : LMOS	2	6.51	6.76	20.9	22
	3	6.52	7.39	22.5	30.1
	4	6.5	6.85	26	29.2
	5	6.54	6.34	27	28.1
	6	6.49	6.79	25.8	32
	7	6.51	6.82	21.6	34.2
Average		6.52±0.03	6.80±0.30	23.5±2.7	27.8±5.5
Test 7 : 94.6.3	1	6.53	7.32	26.1	32.8
Host plant : P. N.	2	6.45	6.91	26.4	33.9
Species : LITR/LMNH	3	6.47	6.76	28.3	35
	4	6.51	6.59	27	27.2
	5	6.56	6.24	26.4	29.3
Average		6.50±0.04	6.76±0.40	26.8±0.9	31.6±3.3
Test 8 : 94.7.21	1	6.52	6.79	27.1	29.9
Host plant : P. N.	2	6.52	6.8	26.2	27.5
Species : LAGG	3	6.46	6.72	27.8	27.2
	4	6.57	6.63	26.4	24.7
	5	6.54	6.66	26.1	24.5
Average		6.52±0.04	6.72±0.08	26.7±0.7	26.8±2.2
Test 9 : 94.9.2	1	6.57	7.31	26.6	26.7
Host plant : I. B.	2	6.62	6.94	25.7	24
Species : ASCB	3	6.47	6.66	26.5	25
Average		6.60±0.10	6.97±0.33	26.3±0.5	25.2±1.4
Test 10 : 95.3.24	1	6.55	6.58	29.7	22.3
Host plant : P. N.	2	6.5	6.63	25.3	26
Species : LPSH	3	6.62	6.54	24.4	24.3
	4	6.51	6.7	26.1	25.6
	5	6.51	6.98	24	29.3
Average		6.54±0.05	6.69±0.17	25.9±2.3	25.5±2.6
Test 11 : 95.4.8	1	6.6	6.67	29.9	27
Host plant : P. N.	2	6.52	6.61	25	25.9
Species : LMOS/LGSP	3	6.49	7.21	25.2	26
	4	6.52	7.34	25	30.8
Average		6.53±0.05	6.96±0.37	26.3±2.4	27.4±2.3

N. S. C.# : Change no. of nutrient solution
[z] same as in Table 5.

二、菌種儲藏時限

以測試的複合菌種 *Entrophospora kentinensis/ Glomus intraradices* 爲例，目前本研究室在氣霧箱所生產的菌根，經風乾後，於 4°C冷藏24個月後，其活力不受影響。有關其儲藏時限測試仍在繼續進行中。美國佛羅里達大學所做的試驗顯示於 4°C冷藏可達22個月[13]。

三、內柄生孢子屬（*Entrophospora*）的產孢研究

Entrophospora kentinensis Wu et Liu 是首次在南臺灣墾丁國家公園內的本地植物狗尾草（*Setaria viridis* (L.) Beauv.）的根域土壤中發現的囊叢枝內生菌根菌[17]。在稍後的調查中發現本種的分佈很廣，到處可發現它的蹤跡且土壤酸鹼值在5.71至7.94之間。*Entrophospora kentinensis* 甚至可在銅污染達233ppm 的土壤中發現。*Entrophospora kentinensis* 可以用百喜草或甘藷以氣霧式栽培法培養並形成典型的囊叢枝內生菌根。孢子可在宿主植物移植於氣霧式生長箱六週後開始產孢。產孢囊泡可在根外菌絲或根內形成。初期囊泡內會聚集濃密的細胞質，並於囊泡柄內形成一隔板。稍後，囊泡內的細胞質向下移動進入柄內，細胞質並轉化沈積而形成孢子。產孢囊泡和囊泡柄在孢子成熟後會萎縮脫落，因此在孢子外壁上會留下兩個一大一小的圓形痕跡[17,18]（圖 4）。

四、無柄孢子屬（*Acaulospora*）的產孢研究

Acaulospora 屬的囊叢枝內生菌根菌，產孢方式與 *Entrophospora* 類似。所不同的是孢子著生於產孢囊泡的柄外。本研究以無柄孢子（*Acaulospora laevis*）經接種於百喜草或甕菜的根部後，移植於氣霧式培養箱內。菌根菌先於根部表面形成厚約70～80μm 的菌絲層後（約六週後）開始產孢。產孢前先形成半透明囊泡體（vesicle），亦即產孢囊泡（sporiferous saccule）。此時，有一隔板形成於囊泡柄的下方，阻斷了囊泡內細胞質往下流動的通路。由於產孢囊泡內形成的壓力，迫使細胞質向囊泡柄的側面吹出而膨大形成孢子。當孢子成熟後，產孢囊泡萎縮脫落並在孢子外壁上留下一個圓形的疤痕[18]（圖 4）。這單一的圓形疤痕是與 *Entrophospora* 區別的重要依據。

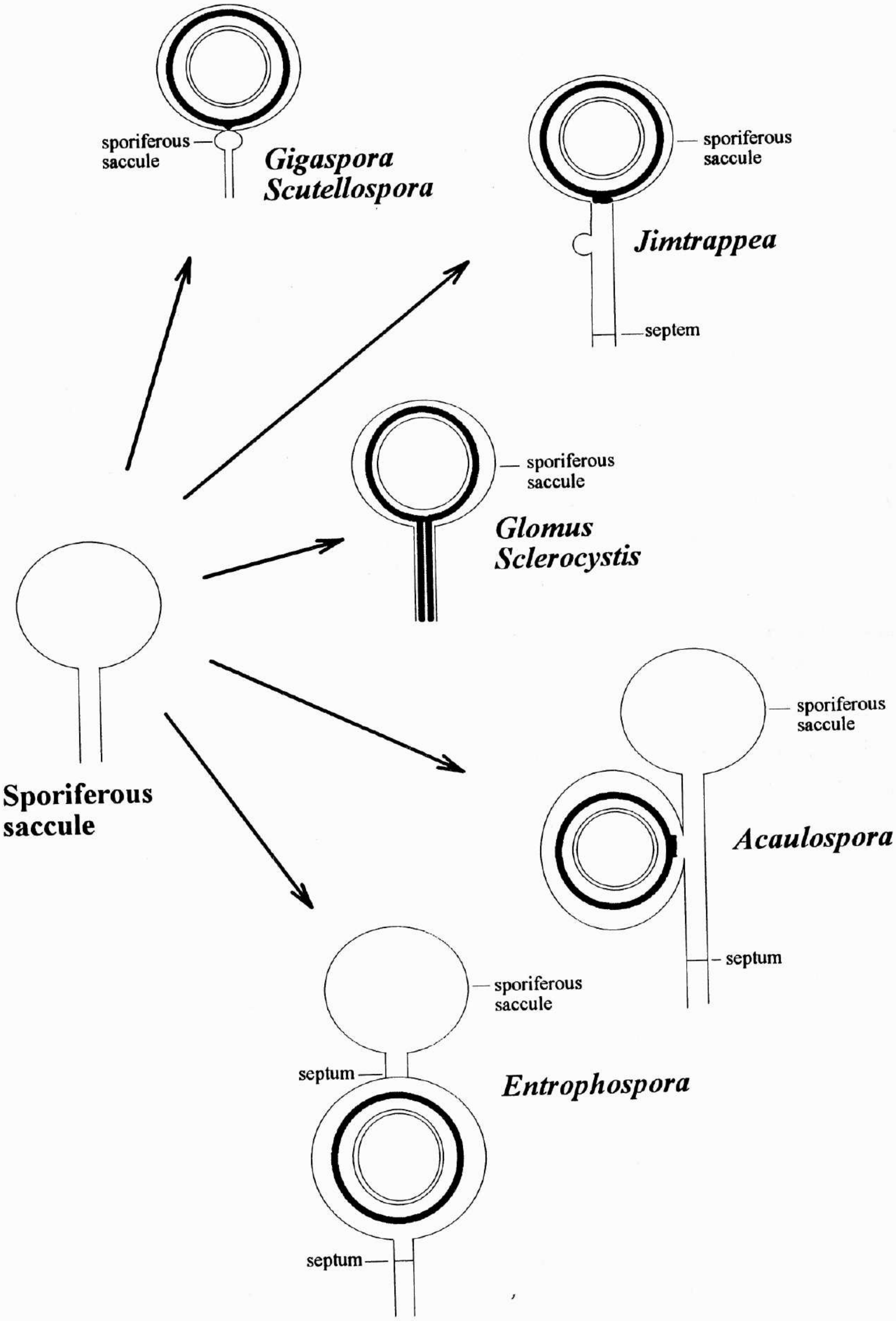


圖 4. 囊叢枝內內生菌根菌各屬產孢情形
Fig. 4. Comparison of spore ontogeny in different genera of VA mycorrhizal fungi.

誌 謝

本研究感謝農委會計畫（82科技－2.4－糧－22；83科技－2.6－糧－57；84科技－2.6－糧－16；85科技－1.7－糧－22）及國科會計畫（NSC 83—0409—B—055—008；NSC 84—2321—B—055—001；NSC 85—2321—B—003—A12）的支持。此外，本技術得以成功要特別感謝美國洪玲玲博士。她於民國八十二年應農委會邀請訪問我國，並指導發展氣霧式菌根菌繁殖技術。

引用文獻

1. Frank, A. B. 1885. Uber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernahrung gewisser Baume durch unterirsische Pilze. Ber. Deut. Bot. Gesell. 3 : 128—145.
2. Chabot, S., G. Becard, and Y. Piche. 1992. Life cycle of *Glomus intraradix* in root organ culture. Mycologia 84(3) : 315—321.
3. Daniels, B. A. and H. D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of progagules from soil. pp. 20—45 *In* : Methods and principles of mycorrhizal research, Ed. N. C. Schenck, The American Phytopathological Society, St. Paul.
4. Harley, J. L. and S. E. Smith. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
5. Hung, L. L. and D. M. Sylvia. 1988. Production of vesicular arbuscualr mycorrhizal fungus inoculum in aeroponic culture. App. Environ. Microbiol. 54 : 353—357.
6. Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Dis. Rep.48 : 692.
7. Koske, R. E. and B. Tessier. 1983. A convenient, permanent slide mounting medium. Newsletter Mycol. Soc. Amer. 34(2) : 59.
8. Leu, S. W., S. T. Lian, and D. C. N. Chang. 1994. In vitro sporulation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, *Gigaspora gigantea* and *Glomus mosseae*, by dual culture with carrot Ri T-DNA transformed root and tomato root culture. Mem. Coll. Agric. Nat'l Taiwan Univ. 34(1) : 31—32.
9. Menge, J. A. 1984. Inoculum production. pp. 187—203. *In* : VA mycorrhiza. Eds. C. L. Powell and D. J. Bagyaraj. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
10. Mosse, B. 1988. Some studies relating to "independent" growth of vesicular-arbuscular endophytes. Can. J. Bot. 66 : 2533—2540.
11. Mugnier, J. and B. Mosse. 1987. Vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in transformed root-inducing T-DNA roots grown axenically. Phytopathology 77 : 1045—1050.
12. Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. P. 371, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammernarbeit (GTZ) GmbH, Germany.
13. Sylvia, D. M. and A. G. Jarstfer. 1994. Production of inoculum and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. pp. 231—238. *In* : Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. Eds., A. D. Robson, L. K. Abbott, and N. Malajczuk. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
14. Sylvia, D. M. and D. H. Hubbell. 1986. Growth and sporulation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in aeroponic and membrane systems. Symbiosis 1 : 259—267.
15. Taylor, T. N., W. Remy, H. Hass, and H. Kerp. 1995. Fossil arbuscular mycorrhizae from the early Devonian. Mycologia 87 : 560—573.
16. Wang, C. L. 1994. Mass production of mycorrhizal fungus inoculum by domestic aeroponic culture. pp. 165—172. *In* : Proceeding of Symposium on development and application of microbial fertilizer, Eds. C. C. Tu, Y. S. Chen and M. F. Chun. Chiayi Station, TARI, Chiayi.

17. Wu, C. G., Y. S. Liu, Y. L. Hwung, Y. P. Wang and C. C. Chao. 1995. Glomales of Taiwan : V. *Glomus chimonobambusae* and *Entrophospora kentinensis, spp. nov.* Mycotaxon 53 : 283—294.

18. Wu, C. C., Y. S. Liu, and L. L. Hung. 1995. Spore developmen of *Entrophospora kentinensis* in an aeroponic system. Mycologia 87(5) : 582—587.

19. Wu, C. G., S. Y. Chien. and T. W. Tan. 1995. Microbial succession in different rotation cropping systems. J. Agric. Res. China 44(2) : 114—125.

Spore Production of VA Mycorrhizal Fungi in Aeroponic System[1]

Chi-Guang Wu, Suh-Jen Lin, Hsiu-Yueh Chang, Chun-Fuar Chiu
and Shun-Yuang Lin[2]

Summary

In this study, host plants such as *Ipomea reptans,* bahia grass (*Paspalum notatum*) and sweet potato (*I. batatas*) were preinoculated by VA mycorrhizal fungi in greenhouse. After two weeks, plants were then moved to aeroponic chamers for soilless cultivation. In 14 experiments, this technique has proven to grow more than nine species of VA mycorrhizal fungi, including *Glomus aggregatum. G. mosseae, G. geosporum, G. microaggregatum, G. intraradices, G. pansihalos, G. manihotis, Acaulospora laevis, Entrophospora kentinensis.* Among them, the cultivation of *Acaulospora* and *Entrophospora* by this technique are new records to the world. Besides. *E. kentinensis* was a new species from National Kentin Park. It was nationwide and even found in soil with copper pollution up to 233 ppm. This species is an addition to the three of *Entrophospora* which were generally found in acidic soil. Bahia grass could produce more spores than *I. reptans* and sweet potato, bsed on the same species of VA mycorrhizal fungi.

Key words: Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi, Aeroponic cultivation, Mycorrhizal inoculant, *Entrophospora, Acaulospora, Glomus.*

---

1. Contribution No.1900 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by the national Science Council and Council of Agriculture (NSC83-0409-B-055-008 ; NSC84-2321-B-055-001 ; NSC85-2321-B-003-A12 ; 82-AST-FAD-2,4-22 ; 83-AST-FAD-2,6-57 ; 84-AST-FAD-2,6-16 ; 85-AST-FAD-1,7-22) .
2. Soil Microbiologist, Assistant Microbiologist, Research Assistant, Research Assistant, Research Assistant, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中 華 農 業 研 究

第四十六卷　　第 二 期

中華民國八十六年六月出版

發 行 人：林 俊 義

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）

王 強 生　呂 秀 英　郭 益 全　陳 一 心

楊 純 明　劉 大 江　劉 新 裕　蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）

王 德 男　林 昭 雄　施 昭 彰　徐 信 次

劉 政 道　歐 錫 坤

農化組：林 木 連（主審）

王 鐘 和　吳 繼 光　郭 鴻 裕　劉 慧 瑛

植病組：彭 金 騰（主審）

王 惠 亮　安 寶 貞　林 正 忠　張 清 安

程 永 雄　蔡 武 雄

昆蟲組：羅 幹 成（主審）

王 清 玲　何 琦 琛　周 樑 鎰　陳 炳 輝

陳 健 忠　鄭 允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）

黃 禮 棟　賴 建 洲

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 46, No. 2 June 1997

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)	Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)	Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)	Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Pao-Jin Ann	Chin-An Chang	Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo	Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin	Tsung-Dao Liou
Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu	Sin-Yie Liu
Hsiu-Ying Lu	Shyi-Kuan Ou	Jau-Chang Shih
Wu-Hsiung Tsai	Hsin-Sheng Tsay	Chan-Sen Wang
Chin-Liang Wang	Chong-Ho Wang	Der-Nung Wang
Hui-Liang Wang	Chi-Guang Wu	Chwen-Ming Yang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統 一 編 號
030853860049

Vol. 46, No. 2 June 1997

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Genetic Studies on Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity of Milled Rice by Means of Generation Mean Analysis
··················Yih-Chuan Kuo, Bill D. Webb and James W. Stansel··· 99

Effects of Genotype, Population Density and Harvest Date on Yield and Quality of Peanut
Kun-Chuan Lu, Mau-Shing Yeh, Kin-Hsing Yang and Hung-Shung Lu ···116

Effects of Genotype, Population Density and Harvest Date on Pod Maturity of Peanut
Kun-Chuan Lu, Mau-Shing Yeh, Kin-Hsing Yang and Hung-Shung Lu···132

The New Hybrid Strain of Shiitake "Tainung No.1"
···Ying-Ming Liao···142

A Study on Multi-layer Culture of Shiitake in Sawdust Bags under Environmental Control
·········Chien-Chou Lai, Tyng-Horng Chou and Lien-Sheng Liang···158

Senescence, Ethylene Production and Electrolyte leakage of Different Parts of Chilled *Phalaenopsis* Flower
············Chao-Chia Huang, Mei-Hwei Pan and Tsu-Tsuen Wang···167

Contents and Variations of the Major Constituents in the Organic Manures in Taiwan ·······················Yahn-Chir Lee and Shen Lian···181

Spore Production of VA Mycorrhizal Fungi in Aeroponic System
··Chi-Guang Wu, Suh-Jen Lin, Hsiu-Yueh Chang, Chun-Fuar Chiu and Shun-Yuang Lin ···190

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China